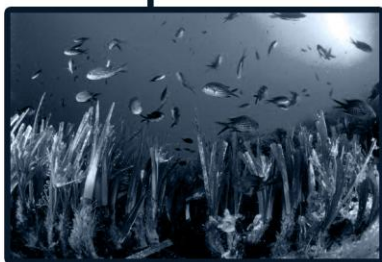
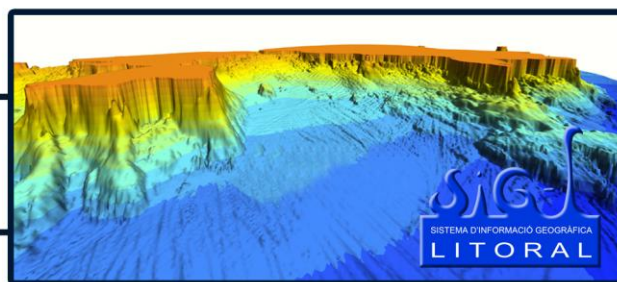

This is the **published version** of the article:

Serra i Sellarès, Xavier; Vargas García, Miguel Ángel; Palmada Montero, Marc.
Desenvolupament del sistema d'informació geogràfica corporatiu SIG_L.2011.101p.

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/181511>

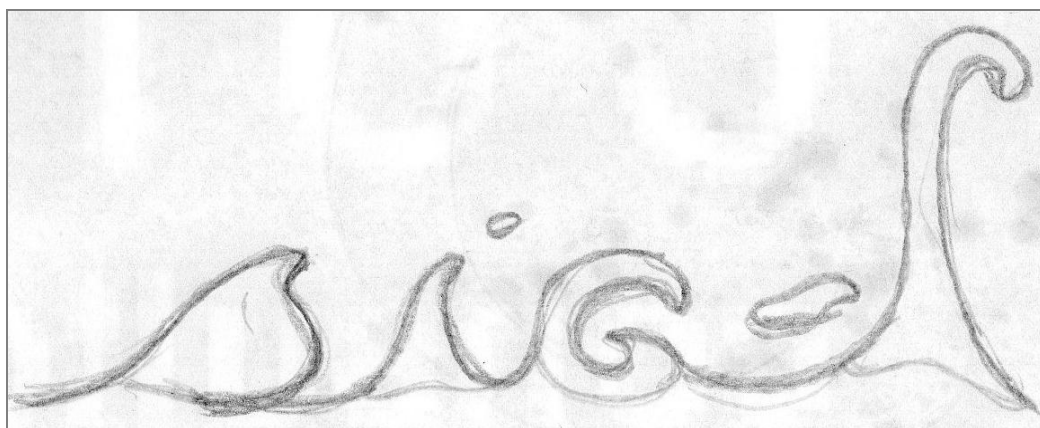
under the terms of the  license



- PROJECTE FINAL-

**DESENVOLUPAMENT DEL SISTEMA D'INFORMACIÓ
GEOGRÀFICA CORPORATIU SIG_L**

Autor: Xavier Serra i Sellarès
Tutors: Miquel Àngel Vargas
Marc Palmada



MÀSTER EN TECNOLOGIES DE LA INFORMACIÓ GEOGRÀFICA, 12a EDICIÓ
(Febrer de 2011)

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona
Departament de Geografia

12mtig²⁰¹⁰
Professionals per a la Societat de la Informació

litoral
consult
consultoria marina

ÍNDEX

| | |
|--|------------------------|
| ÍNDEX | <i>Pàgines 1- 3</i> |
| ABSTRACT | <i>Pàgines 4 - 6</i> |
| 1.- INTRODUCCIÓ | <i>Pàgina 7</i> |
| 1.1.- Marc Institucional – Zona Litoral S.L. | <i>Pàgina 7</i> |
| - Àmbit territorial de l'empresa | <i>Pàgina 8</i> |
| - Breu resum de l'evolució de l'empresa | <i>Pàgina 8</i> |
| - Pla estratègic de l'empresa en activitats d'innovació | <i>Pàgines 8 - 10</i> |
| - Com s'organitza per innovar | <i>Pàgina 10</i> |
| 2.- DESENVOLUPAMENT | <i>Pàgina 11</i> |
| 2.1- Definició del projecte | <i>Pàgina 11</i> |
| 2.1.1.- Objectius del projecte | <i>Pàgina 11</i> |
| - Abast físic | <i>Pàgina 11</i> |
| - Abast conceptual | <i>Pàgina 12</i> |
| - Objectius específics | <i>Pàgina 12</i> |
| - Encaix dels objectius del projecte en les línies estratègiques de l'empresa | <i>Pàgines 12 - 13</i> |
| - Comparativa dels escenaris pre i post operacionals del SIG | <i>Pàgines 13 - 14</i> |
| 2.1.2.- Funcionalitat | <i>Pàgines 14 - 15</i> |
| - Consultes tipus | <i>Pàgina 15</i> |
| - Productes derivats | <i>Pàgina 15</i> |
| 2.2.- La informació | <i>Pàgina 16</i> |
| 2.2.1.- Les diferents fonts | <i>Pàgina 16</i> |
| - Format CAD | <i>Pàgines 16 - 17</i> |
| - Format SHAPE | <i>Pàgina 18</i> |
| - Digitalització | <i>Pàgina 19</i> |

| | |
|--|------------------------|
| - Descàrregues i enllaços | <i>Pàgina 20</i> |
| - Documentació de taules | <i>Pàgines 20- 21</i> |
| 2.2.2- Els diferents àmbits | <i>Pàgina 21</i> |
| - Infraestructures | <i>Pàgines 21 - 24</i> |
| - Usos | <i>Pàgines 25 - 27</i> |
| - Medi ambient | <i>Pàgines 27 - 32</i> |
| - General | <i>Pàgines 32 - 34</i> |
| 2.3.- Base tecnològica | <i>Pàgines 34 - 38</i> |
| 2.4.- Disseny conceptual | <i>Pàgina 39</i> |
| 2.4.1.- Desenvolupament i relacions en el disseny | <i>Pàgines 39 - 40</i> |
| 2.4.2.- Diagrama del disseny | <i>Pàgina 41</i> |
| 2.5.- Disseny lògic | <i>Pàgina 41</i> |
| 2.5.1.- Desenvolupament i relacions en el disseny | <i>Pàgines 41 - 43</i> |
| 2.5.2.- Diagrama del disseny | <i>Pàgina 43</i> |
| 2.6.- Model físic del sistema | <i>Pàgina 44</i> |
| 2.6.1.- Pre disseny de la base de dades cartogràfica | <i>Pàgines 44 - 45</i> |
| 2.6.2.- La GeoBase de Dades | <i>Pàgines 45 - 46</i> |
| - El Workspace | <i>Pàgines 46 - 47</i> |
| - Feature Class | <i>Pàgina 48</i> |
| - Feature Datasets | <i>Pàgines 48 - 49</i> |
| - Object Class | <i>Pàgina 50</i> |
| - Relacions no espacials | <i>Pàgina 50 - 51</i> |
| 2.6.3.- Diagrama del model UML | <i>Pàgina 51</i> |
| 2.7.- Implementació | <i>Pàgina 51</i> |
| 2.7.1.- El repositori | <i>Pàgines 52- 53</i> |

| | |
|---|------------------------|
| 2.7.2.- Importació de l'esquema BDC | <i>Pàgines 53 - 54</i> |
| 2.8.- Càrrega de dades | <i>Pàgines 54 - 55</i> |
| 2.8.1.- Protocol de càrrega | <i>Pàgines 55 - 61</i> |
| 2.8.2.- Dues bases de dades, una funcionalitat | <i>Pàgines 62 - 63</i> |
| 2.8.3.- Ordenació topològica – Funcionalitat “New Topology” | <i>Pàgines 63 - 66</i> |
| 3.- RESULTATS | <i>Pàgina 67</i> |
| 3.1.- Infraestructures marines i submarines presents dins dels espais PEIN | <i>Pàgines 67 - 69</i> |
| 3.2.- Consultes per al suport en la recerca | <i>Pàgines 69 - 72</i> |
| 3.3.- Funcionalitat i potencial de les operacions de geoprocés en l'entorn SIG_L | <i>Pàgines 73 - 75</i> |
| 4.- CONCLUSIONS | <i>Pàgina 76</i> |
| 4.1.- Conclusions generals | <i>Pàgines 76 - 78</i> |
| 4.2.- Suggestiments | <i>Pàgina 78</i> |
| 4.2.1.- Depuració | <i>Pàgina 78</i> |
| 4.2.2.- De local a servidor | <i>Pàgina 79</i> |
| 4.2.3.- Presència i explotació web | <i>Pàgina 80</i> |
| 5.- BIBLIOGRAFIA | <i>Pàgines 81 - 82</i> |
| 6.- AGRAÏMENTS | <i>Pàgines 83 - 85</i> |
| 7.- ANNEXES | <i>Pàgina 86</i> |

ABSTRACT

SIG_L és el nom que rep el Sistema d'Informació Geogràfica ideat des de Litoral Consult d'acord amb la seva política interna d'innovació. L'estratègia de l'empresa en aquest sentit es tradueix en la implantació de procediments estandarditzats que fomenten la recerca de nous productes i serveis, no només per als seus clients, si no com a eines per a l'optimització dels propis recursos. Aquesta filosofia, estesa a tots els nivells de l'entitat, és fa especialment palesa al departament d'Informació Geogràfica, que va saber calcular el potencial que s'amagava al darrera del volum d'informació que posseeixen les seves bases de dades, cartogràfiques i alfanumèriques, i imaginar la plataforma que havia de permetre reintroduir al circuit d'explotació un fons documental que corria el risc de veure's devaluat.

Els avantatges de desenvolupar aquesta idea aviat es van fer evidents per al comitè de gestió, que el Maig del 2010, aprova la seva posta en marxa sota el nom comercial de SIG_L, codi de projecte PI001 i en compliment del procediment "SISF45_activitats de disseny i desenvolupament", contemplats en el Sistema de Gestió.

Dos mesos més tard, aprofitant el conveni de col·laboració presentat per part del departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona, es decideix donar un nou impuls al projecte destinant recursos addicionals al seu desenvolupament. La present memòria descriu els treballs realitzats des de que es recull el relleu i fins a la final execució del sistema.

Així doncs, en el moment d'iniciar la col·laboració la situació és la següent: d'acord amb la idea primera d'implantar un sistema d'informació geogràfica corporatiu, i seguint un calendari aprovat com a pauta, s'ha compartimentat la informació disponible en funció de les seves fonts de procedència i del seu contingut. Aquesta tasca obeeix a la necessitat de fer una primera garbellada del material disponible i identificar els maons sobre els quals es fonamentarà el conjunt, alhora que ha de permetre concebre les seves possibilitats d'ús i proposar una relació d'objectius realista. A partir d'aquí es dona el següent pas amb la definició de la funcionalitat del sistema, plantejant aquest procés com un instrument per a la identificació de les fites a assolir, o més aviat com a complement per a la seva definició. En resum aquest són:

- ⇒ La construcció de la infraestructura necessària que sustenti l'inventari i actualització de la informació, distribuïda en quatre dominis identificats: Infraestructures, Usos, Medi ambient i General.
- ⇒ Aconseguir un sistema capaç de suportar operacions bàsiques de consulta i de generar cartografia general com a producte d'aquestes operacions.

Un cop la definició i els objectius estan clars es desencadenen les accions que han de concloure amb la construcció de la base de dades. En primer lloc un model conceptual, una representació abstracta de la realitat construïda a partir dels elements estructurals amb consistència pròpia més bàsics que la integren. Aquest model ha d'equilibrar els tres factors que ha de tenir implícits el seu disseny per a poder considerar-lo vàlid, resumint aquesta condició amb la següent frase:

A partir de la informació disponible (o ponderant el grau de dificultat requerit per generar-la), cal concebre una representació de la realitat objectiu convenientment estructurada per a donar resposta a la funcionalitat esperada.

Així, al finalitzar aquest procés, s'hauran d'haver identificat les entitats que fonamentaran el SIG_L, els atributs que les defineixen i les relacions que les vinculen en un context entitat-relació. Cal aprofundir en cadascun d'aquests conceptes, doncs la seva correcta concreció en el disseny és el pilar de les següents accions a emprendre. De la mateixa manera, si es produeixen errors en aquesta reproducció de la realitat, aquests s'arrossegaran successivament al llarg de la confecció de la base de dades.

En aquest context cal destacar que el disseny presentat en aquest projecte reflexa una proposta oberta a l'adició de continguts dels quals l'organització no disposa a dia d'avui. S'ha treballat amb un nucli d'informació representatiu dels quatre dominis, generant o documentant certa quantitat d'elements cridats a cohesionar el sistema, tasques que han ocupat bona part del temps de col·laboració.

La translació de les especificacions del model conceptual a la notació pròpia del Sistema Gestor de Bases de Dades que s'utilitzarà es du a terme a través del model lògic. En aquesta fase es defineixen les relacions, la seva cardinalitat i els rols dels atributs que les possibiliten, a més de confeccionar l'estructura final de les taules especificant la tipologia i format de tots ells.

Aquest segon model hauria de servir per a poder implementar la base de dades alfanumèrica del sistema, si la seva elaboració és correcta, gràcies a la funcionalitat que proporciona el programari utilitzat respecte les estructures fonamentades en SQL. Es pot simplificar aquesta fase dels treballs com segueix:

Adequar les disposicions del model conceptual al llenguatge propi del Sistema Gestor de Bases de Dades (SGBD) concret que utilitzarà el SIG_L en la seva fase primera d'implementació i explotació en un entorn personal.

S'arriba així a l'estadi de construcció pròpiament dit de la base de dades. Si fins aquest moment s'ha apuntat en la direcció de què es guarda, en el model físic s'especifica com es guarda, descrivint les estructures d'emmagatzematge i els mètodes d'accés a les dades. En aquest punt és necessari un esforç final d'abstracció per a que el model compleixi amb certes condicions normalitzades en quant a redundància d'informació i eficiència dels mecanismes relacionals. S'utilitzen les prestacions de la tecnologia CASE¹ per a dissenyar una compartimentació elaborada sobre una plantilla UML² d'ArcInfo, de manera que les instàncies declarades i el seu comportament siguin reconeixibles i implementables d'acord amb els requisits del client final, ArcGIS.

La construcció del sistema arriba a la seva fase final amb la implementació. Aquest procediment es pot explicar com la suma d'accions que fan possible la instauració del model físic a la plataforma gestora de dades local del SIG_L i, en estadis posteriors, a un SGBD apte per a l'explotació via servidor. És a dir, és el pas de traslladar la compartimentació conceptual a un nivell real.

Per fer efectiva aquesta translació es genera un repositori que encripta la totalitat de la base de dades, entenent com a tal no només la seva configuració a nivell estructural, sinó també les indicacions que codifiquen les relacions subjacents. Aquest arxiu es pot executar des de la plataforma gestora dades, obtenint així l'esquelet del sistema, llest per a rebre la informació que ha de donar-li cos.

La fase de càrrega de continguts es du a terme manualment, aprofitant les eines d'importació de MS Access i l'assistent d'ArcCatalog. En la memòria es detallen protocols per a una correcta migració de la informació des de la seva font, alhora que s'aconsellen certes bones pràctiques per no malmetre la integritat de la base de dades al llarg d'aquesta operació.

Un cop el sistema ja compta amb el revestiment adequat s'aplica la normalització topològica sobre les capes participants. Amb la validació d'aquest procés es dona per tancada la construcció del sistema. Finalment s'exposen els resultats obtinguts en forma de presentacions representatives dels casos d'ús previstos en la definició del projecte.

El darrer apartat, conclusions, serveix també per a exposar certes recomanacions encarades a la translació del sistema a un nivell d'explotació superior mitjançant la seva migració a una arquitectura client-servidor.

¹ Les eines **CASE** (*Computer Aided Software Engineering*, o ingenieria de programari assistida per computador) són diverses aplicacions informàtiques destinades a augmentar la productivitat en el desenvolupament de programari reduint el cost de la mateixa en termes econòmics i de temps.

² Llenguatge unificat de modelació, o **UML** en el seu acrònim anglès (*Unified Modeling Language*), és el llenguatge de modelació de sistemes de programari més estès en l'actualitat. És un llenguatge gràfic per visualitzar, especificar, construir i documentar un sistema, recolzat per l'OMG (*Object Management Group*), un consorci dedicat a l'establiment d'estàndards en les tecnologies orientades a objectes.



Àmbit territorial de l'empresa:

Generalment els projectes que es realitzen es troben en territori català, encara que eventualment també es porten a terme treballs la resta de l'Estat. Actualment existeix un projecte d'internacionalització per obrir el mercat a les Illes Balears, a Xile i al Marroc, amb perspectives d'ampliar a més països.

Breu resum de l'evolució de l'empresa:

Des de la seva creació el 1996 Litoral Consult ha mantingut una trajectòria ascendent, sent les seves principals fites:

- Contractes directes amb administracions públiques el 1998
- Participació en un total de 27 estudis i projectes el 2003
- Facturació superior a 250.000 euros el 2004
- Secretaria Tècnica d'un projecte europeu (INTERREG IIIC) el 2005
- Contractes que superen els 100.000 euros anuals el 2006
- Certificació integral en ISO 9001:2000 i ISO 140.001 l'abril de 2007
- Facturació superior a 600.000 euros amb una plantilla superior a 10 col·laboradors fixos i obertura de Delegació a Balears el 2009
- Obertura d'oficina a Valparaíso (Xile) el 2010

El principal objectiu és oferir als seus clients iniciativa i creativitat amb treballs fonamentats en criteris de coherència, de rigor i de visió integrada, aportant externalització amb totes les garanties.

Pla estratègic de l'empresa i evolució en activitats d'innovació:

El mercat de Litoral Consult es compon d'empreses amb diferent estructura i mida, amb objectius en diverses ubicacions geogràfiques. L'evolució del mercat es preveu en creixement generalitzat de la demanda del producte i en creixement o en manteniment de la grandària i de l'estructura del competidor, amb alguns competidors en expansió dels seus productes i mercats. Les barreres d'entrada i riscos del mercat depenen tant de la grandària i de l'estructura del competidor com del client objectiu.

| PRODUCTE | SECTOR | EMPRESA PRIVADA | ADMINISTRACIÓ |
|--|-------------------------|---|---|
| Cartografia/batimetria/comunitats marines | ENGINYERIA I OBRA CIVIL | Disseny d'un projecte o verificació de l'estat actual de l'entorn | |
| Estudis ambientals/estudis d'impacte ambiental | | Autoritzacions ambientals | Acompliment de requisits normatius |
| Direcció i control d'obra/control ambiental | | Verificació de l'acompliment de requisits d'un projecte | |
| Recursos pesquers/esculls artificials | PESCA/TURISME | Disseny d'un projecte | Verificació de l'estat actual de l'entorn o millora de la gestió de recursos naturals |
| Oceanografia | ENGINYERIA I SERVEIS | Disseny d'un projecte o verificació de l'estat actual de l'entorn | |
| Multimèdia | | | |
| Sistemes de gestió i tramitacions ambientals | | Millora de la gestió o autoritzacions administratives | Millora de la gestió |

Figura 2: Relació de productes i sectors objectiu de Litoral Consult.

Oportunitats:

1. Anàlisi de la influència de la nova normativa autonòmica orientada al sector ambiental en el mercat local per detectar clients i sectors potencials.
2. Anàlisi de l'evolució de les tendències d'hàbits del consumidor alineats amb el tipus de producte que comercialitza l'empresa.
3. Potenciar l'oportunitat associada a la pèrdua de satisfacció del mercat amb les empreses competidores.
4. Definició de mercats verges susceptibles d'explotació.

Amenaces:

1. Reforç de la qualitat dels productes per contrarestar la influència de les projeccions pessimistes sobre la demanda en el sector.
2. Desenvolupament d'una campanya de reforç d'imatge amb la cartera actual per reduir l'impacte de la previsible aparició de nous competidors en la mateixa zona d'influència.
3. Desenvolupament d'una campanya de reforç d'imatge amb la cartera actual per reduir l'impacte de la previsible reacció de la competència per absorbir mercat.
4. Valoració trimestral de la situació del canvi del mercat per ajustar l'estratègia.

Fortaleses:

1. Desenvolupament d'una campanya de reforç d'imatge amb la cartera actual per enfortir la fidelitat dels clients i promoure les possibilitats d'atracció de nous segments.
2. Revisió dels productes i serveis per adequar-los a les necessitats del mercat.
3. Potenciació del preu competitiu davant la competència.

Debilitats:

1. Reducció de costos operatius per atraure nous clients.
2. Desenvolupament d'una campanya de promoció d'imatge amb la cartera actual per reduir el impacte de l'escàs esforç publicitari que es realitza.
3. Desenvolupament de formació de capacitats de gestió i habilitats en el personal.
4. Formació comercial d'un equip de col·laboradors per al desenvolupament de l'estratègia.
5. Programa de reducció de la poca utilització de les instal·lacions productives.

Com s'organitza per innovar:

Hi ha un procés implantat per a la innovació (a nivell intern), es tracta de la implantació del sistema UNE 166.000-1-2.

L'organització està estructurada de tal manera que totes les àrees operatives participen dels processos d'innovació. Es compta amb un comitè de gestió encarregat de valorar i coordinar les accions de millora contínua que té el seu àmbit d'actuació en l'optimització de processos, el disseny i desenvolupament de nous productes i serveis i el desenvolupament de projectes d'innovació.

Es disposa, dins del context de la documentació requerida per al funcionament del sistema de gestió segons la ISO 9001/14001, d'un procediment que coordina les activitats d'I + D + i (SISF45_activitats de disseny i desenvolupament) i que s'aplica a la totalitat de les àrees operatives i del personal. Tot el treball realitzat per a la consecució del projecte exposat a continuació es desenvolupa sota el seu paraigües.

2.- DESENVOLUPAMENT

2.1- DEFINICIÓ DEL PROJECTE

Al llarg del temps d'existència de l'organització, i degut a l'aportació continua de nova informació procedent dels projectes realitzats, així com a l'adquirida per medis externs, s'ha generat un conglomerat de dades emmagatzemades que no troben canals de sortida, bé per desconeixement de la seva existència puntual, bé pel desordre topològic que presenten, manca de metadades, etcètera. De manera que moltes vegades es realitza el mateix treball de forma repetida, enlloc de reciclar la informació per a generar nous productes cartogràfics vendibles.

En aquest punt s'estima necessari per part de l'organització trobar una solució a aquest problema que obstaculitza (o no millora i consumeix recursos) la producció cartogràfica en primer terme, i la producció general de l'empresa en conseqüència. A més, aprofitant aquesta acció, i degut al creixement que està experimentant Litoral Consult, es crea un impuls que permet investigar noves formes de producció que la facin més competent.

Ja no es tracta només de solucionar el problema, sinó d'introduir noves fórmules operatives que suposin una evolució positiva per a l'empresa en forma d'innovació.

2.1.1.- Objectius del projecte

L'objectiu pretès és la creació d'un Sistema d'Informació Geogràfica corporatiu (SIG_L) que permeti treballar de forma més eficient i ràpida, és a dir, sistematitzar i augmentar la qualitat dels productes que directa o indirectament depenen de la informació geogràfica i reduir el temps dedicat a la seva producció.

Al mateix temps, s'impulsarà l'obertura de noves competències de productes cartogràfics i de gestió a partir d'anàlisis espacials. Els nous productes seran entitats pròpies que generaran uns beneficis mesurables, un grau de satisfacció del client i prestigi.

Abast físic del projecte

La informació geogràfica està compresa entre les escales 1:500.000 i 1:2.000, la zona geogràfica es limita, a efectes pràctics, a la franja litoral del territori de Catalunya, així com a elements marítims d'interès. S'identifiquen quatre dominis bàsics per a organitzar la informació, aquests són:

- Infraestructures.
- Usos.
- Medi ambient.
- General.

Abast conceptual del projecte

El sostre ideològic de qualsevol SIG es integrar, dintre d'una o més temàtiques, tots els elements de la realitat, de la forma més exacta i actualitzada possible. Lògicament les circumstàncies que emmarquen el projecte delimiten el punt de consecució dels aspectes esmentats. Així doncs, no només s'inclouran a la base de dades els elements que ja estan emmagatzemats, també s'afegiran altres de fonts externes que es considerin prioritàries, amb les temàtiques pròpies dels projectes de Gestió integral del Litoral (espais protegits, comunitats bionòmiques, medi socioeconòmic, etc.).

L'exactitud de la informació es defineix per l'escala en la que és adquirida i la confiança aportada per les metadades. Posteriorment es programen activitats de manteniment setmanal.

Objectius específics del projecte

- Construir la infraestructura bàsica d'informació territorial per a la gestió del litoral. És a dir, el conjunt estructurat d'elements territorials que permetin situar i referenciar els objectes d'interès per a l'elaboració de projectes derivats i gestió del litoral.
- Suportar l'inventari i actualització de la informació completa (cartogràfica i alfanumèrica) dels elements necessaris per a la gestió del litoral en els dominis esmentats.
- Suportar operacions bàsiques de consulta (espacial i temàtica), d'explotació i d'interrelació (espacial i alfanumèrica) d'informacions pertanyents als quatre dominis, amb resultats cartogràfics i alfanumèrics.
- Permetre generar cartografia general, sectorial i temàtica de caire genèric o resultant d'explotacions particulars.
- Obtenció de resultats en formats publicables en projectes.

Encaix dels objectius del projecte en les línies estratègiques de l'empresa

El balanç que fa el comitè de Gestió del plantejament del projecte és que s'adapta a l'evolució de les tendències d'hàbits del consumidor, donat que els serveis SIG són un

producte de demanda creixent, i les possibilitats de poder ofertar serveis d'anàlisi espacial molt grans.

Es pot potenciar l'oportunitat associada a la pèrdua de satisfacció del mercat amb les empreses competidores, al disposar d'una nova eina, que permetrà oferir un nou producte de servei i augmentarà l'eficiència i la qualitat dels productes cartogràfics, característiques que actualment ja estan associades a la marca.

S'estima que, a nivell d'empresa, operar a través d'un Sistema d'Informació Geogràfica suposarà un salt qualitatiu remarcable. Es té previst en fases posteriors instal·lar en cada lloc de treball un client SIG amb accés a les dades, obtenint així informació homogeneïtzada i concloent d'una forma més ràpida per a l'elaboració dels projectes. Per fer productes cartogràfics i derivats, la diferència s'espera que sigui encara més evident, doncs el seu ús s'hauria de traduir en l'ajust dels temps de producció mitjançant la disponibilitat d'informació normalitzada i dels elements cartogràfics llestos per maquetar.

Comparativa dels escenaris pre i post operacionals del SIG

Actualment els productes cartogràfics de temàtica litoral i/o marina que es troben al mercat no són derivats directament d'un SIG, sinó que es realitzen de forma aïllada, sense perspectiva global.

| Producte actual aïllat | Nou producte derivat d'un SIG |
|---|--|
| Es localitza la zona, es fa una recerca d'informació i s'inclou la que a criteri del tècnic és la necessària per complir amb les condicions de lliurament del producte. | Es localitza la zona en el SIG i es selecciona la informació que, a criteri del tècnic, és la necessària per complir amb les condicions de lliurament del producte. |
| A l'haver de fer-se una recerca d'informació, la seva qualitat està limitada a l'èxit de la mateixa, al criteri del tècnic sobre quina informació s'ha de buscar, a l'existència i a la qualitat de les metadades, a l'heterogeneïtat de la informació trobada i al desconeixement d'informació prèvia. | La informació és completa i ja està afegida al SIG, per tant és homogènia, les metadades estan definides. El criteri del tècnic es limita a decidir quina informació disponible és útil. |
| Durant el procés de tractament d'aquesta informació el temps dedicat acostuma a ésser elevat. | El tractament que ha de rebre la informació és mínim. Únicament cal ajustar la simbologia dels elements i la llegenda a les necessitats del producte. |

Figura 3: Comparativa dels marcs operatius amb i sense eina SIG

Veient aquesta comparativa, destaquen els següents punts:

- Els productes cartogràfics derivats d'un SIG tenen una qualitat verificada, és a dir, no tenen més qualitat que la de la informació inicial que compon el propi sistema, però aquesta està contrastada i homogeneïtzada ja que ha passat un control previ abans de ser inclosa a la base de dades.
- El temps dedicat a la producció cartogràfica és notablement inferior si el producte és derivat d'un SIG.
- Els serveis proporcionats per un SIG són exclusius, un clar exemple en aquest aspecte són les empreses que ofereixen serveis de logística per a transports (càlcul de rutes) o serveis de geomàrketig.
- En l'àmbit marí no hi ha cap empresa en el mercat ni entitat pública que pugui oferir serveis SIG d'una forma sistemàtica i completa del litoral català. Per aquest motiu existeix la convicció de que a l'anar afegint informació al SIG sorgiran noves oportunitats d'investigació al relacionar i a l'analitzar aquesta informació entre si, i per tant es podran oferir nous serveis.

Com a referència, a finals de l'any 2009 Litoral Consult va presentar un projecte per a la Generalitat de Catalunya (Departament de Medi Ambient i Habitatge) en el qual es va fer un estudi amb tecnologia SIG (aplicada puntualment). Aquest és un estudi retrospectiu de la presència de comunitats de fanerògames marines al litoral català. Es van comparar les cartografies de 3 anys (1992, 2000, 2009) i es van extreure una sèrie de conclusions, per exemple es va constatar que alguns espais protegits marítims poden estar obsolets, ja que les comunitats de fanerògames que pretenen protegir s'han desplaçat, han desaparegut o s'han expandit.

2.1.2.- Funcionalitat

La funcionalitat del sistema d'informació proposat s'estableix a efectes de precisar la definició del mateix. En particular, ajuda a decidir detalls de les informacions a incloure i de l'estructuració apropiada de les dades per a obtenir determinats tipus de resultats, i alhora detalla els objectius específics de consulta, explotació i generació de cartografia a través de l'enumeració dels possibles productes a obtenir del sistema i de les operacions que ha de permetre realitzar. Primerament es desenvoluparà directament amb les funcions de base i les interfícies estàndard dels programes amb els que es construirà i gestionarà, o que poden actuar com a clients, deixant per a fases posteriors la migració a servidor i la integració d'aplicatius d'usuari o rutines programades.

Al mateix temps aquesta definició funcional ha de servir com a prova per a demostrar les possibilitats d'aprofitament del sistema d'informació i per a comprovar l'adequació de l'estructura dissenyada (o modelització de l'univers representat) en relació als objectius concrets del sistema, i alhora ha de permetre verificar la consistència i correcció de la implementació d'aquesta estructura.

En aquest sentit es proposa realitzar un cert nombre d'explotacions o operacions tipus, representatives d'un conjunt més ampli de tasques possibles, portades a terme, tal i com s'ha dit, a partir de les funcions i interfícies estàndard. La seva exposició es detalla en l'apartat 3 del document "Resultats", pàgina 67.

Consultes tipus

- 1.- Cas pràctic: Infraestructures marines i submarines presents dins dels espais PEIN. Extracció de resultats en format cartogràfic i alfanumèric.
- 2.- Consultes per al suport en la recerca, elaboració de nova informació publicable als productes de Litoral Consult, o identificació d'antecedents generats en el marc de l'organització.
- 3.- Funcionalitat i potencial de les operacions de geoprocés en l'entorn SIG_L.

Productes derivats

Desglossats, alguns dels nous productes que s'esperen poder oferir per aportació directa de l'entorn SIG un cop aquest sigui funcional són:

- Creació, estructuració, implementació i gestió de Sistemes d'Informació Geogràfica aplicats a clients i objectius específics.
- Gestió de la cartografia i realització de plànols i composicions de mapes (Estudis ambientals, Estudis d'inundabilitat, etc.)
- Especificacions i implementacions de bases de dades en l'enginyeria de l'aigua (base de dades per gestionar les analítiques sobre mostres d'aigua o bé d'altres tipus de mostratges)
- Desenvolupament d'aplicatius i programes SIG per a la visualització i consulta de dades geogràfiques i alfanumèriques, així com servidors de mapes per Internet o publicacions web de projectes SIG
- Servidor de mapes per Internet
- Programació Multimèdia (Simulacions de processos)
- Modelitzacions en 3D en l'entorn SIG

2.2.- LA INFORMACIÓ

La informació s'organitza en bases cartogràfiques i bases de dades alfanumèriques en diversos formats integrant contingut de caire mediambiental del litoral i de l'àmbit territorial de Catalunya.

És aquest apartat un dels punts crítics del projecte. La disponibilitat de la informació, o el grau de dificultat per adquirir-la o generar-la, condicionarà tota la cadena de construcció del sistema. El fet de comptar amb bancs d'informació rellevants, fruit de l'activitat de l'empresa i per tant de qualitat contrastada i, en la majoria de casos, superior a l'existent en fonts oficials de domini públic, condueix a la decisió d'elaborar un disseny conceptual ambiciós, de manera que aquest obeeixi als objectius plantejats en quant a gestió litoral, ús intern, generació de nous productes i serveis derivats, amb el conseqüent potencial d'explotació.

En aquest sentit és important destacar que tota la planificació es realitza des de la premissa de treballar amb un sistema obert, tant a noves entrades d'informació com a actualitzacions de l'existent. Per tant es planteja una implementació més enllà de la informació disponible en el moment actual, capaç d'operar amb un nucli de dades suficients per a demostrar la seva consistència i extreure'n resultats productius en el pla empresarial, però sense perdre de vista que el desplegament de la seva màxima funcionalitat estarà lligat a la càrrega i manteniment de tota la informació que contempla el disseny.

2.2.1.- Les diferents fonts

L'estructuració de la informació i la conversió en els formats adients per a la seva inclusió en el sistema ha suposat un gruix important de les tasques realitzades al llarg del projecte. Les diverses procedències de la mateixa, el desordre topològic que presentava i d'altres factors condicionants relacionats amb les fonts d'origen han obligat a fer un exercici previ de selecció, edició i depuració.

També s'ha estimat convenient la generació de certa quantitat de cartografia necessària per a vincular diferents àmbits temàtics i enriquir alhora el contingut del SIG_L. De la mateixa manera s'ha realitzat un esforç considerable per a documentar els continguts alfanumèrics d'un bon nombre de taules, afegint camps rellevants.

Format CAD

L'Organització es planteja l'oportunitat de tirar endavant el projecte del SIG essent conscients del valor intrínsec de la informació emmagatzemada al llarg dels anys. Els productes cartogràfics que Litoral Consult utilitza per donar cos als seus informes, i que en

molts casos constitueixen el tronc vertebral d'aquests, estan generats amb diferents versions d'AutoCAD per part del departament de cartografia. També, generalment, el material de suport que es recopila per a l'elaboració dels plànols, com per exemple la cartografia de base o la situació inicial d'un determinat treball, presenten aquest format.

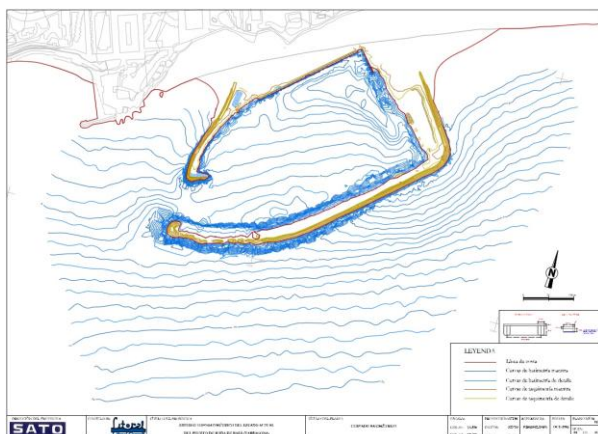


Figura 4: Plànol del corbat topobatimètric del Port de Roda de Barà en fase d'obra, per a SATO, S.L., 2006.

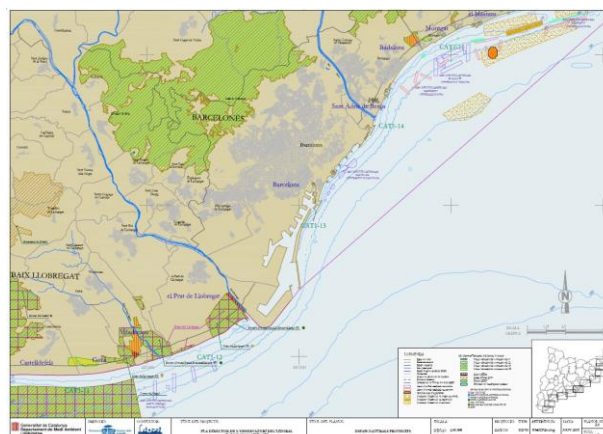


Figura 5: Plànol d'espais naturals protegits del litoral, per al Departament de Medi Ambient i Habitatge, 2007.

Així, en el punt de partida del projecte, i com a nucli principal del fons documental cartogràfic, es treballa a partir d'arxius CAD organitzats en blocs temàtics. Una estructura de carpetes, emmagatzemant informació diversa i desendregada, a vegades obsoleta, però que ja dona una primera idea de com classificar el seu contingut en el que podria ser l'esborrany del disseny conceptual del sistema.

La conversió d'aquesta informació a format SIG s'ha dut a terme de forma gradual, revisant cas per cas el seu contingut i modificant aquells elements que impossibilitaven o alteraven la migració, com és el cas de l'existència d'entitats pròpies de CAD (*sp-line's*, no reconegudes per les plataformes SIG), o la simbolització de punts amb blocs de línies que el client final interpreta com a tals. També s'han requerit múltiples operacions d'adequació topològica, com per exemple la translació de tots els elements a un mateix pla d'elevació 0, així com la projecció de tota la informació al sistema de coordenades definit.

Un cop corregides i validades, les diferents capes susceptibles de formar part de la base de dades s'han convertit a format SHAPE mitjançant l'eina d'exportació d'ArcCatalog, suprimint en aquest moment tota la informació innecessària i que arrossegueu per defecte els dibuixos CAD (propietats com ara color o gruix de línia). Passen aleshores a formar part d'una única carpeta a on s'acumula la informació adequada per a la càrrega de dades, també apte per a adreçar-s'hi i poder realitzar les primeres proves de visualització amb el client definitiu, ArcMap, independentment de la implementació del sistema.

Format SHAPE

La creixent demanda per part dels clients de Litoral Consult de productes vàlids per a l'explotació espacial de la informació ha reconduït l'estratègia empresarial en l'actual aposta per aquesta tecnologia. Aquest canvi no implica la desaparició de les pràctiques habituals en quant a edició cartogràfica, ja que en el sector de consultoria ambiental i enginyeria d'obra marítima el format CAD per a la presentació de resultats està generalitzada, si no una tendència cap a la coexistència de les eines tradicionals amb la implantació d'una nova oferta de geoserveis paral·lela.

D'aquesta manera, i prèviament a la decisió de tirar endavant el projecte que ens ocupa, certes línies de treball de l'Organització ja apuntaven necessitats puntuals relacionades amb els Sistemes d'Informació Geogràfica, esdevenint amb el temps un departament amb entitat pròpia i de gran pes específic. Els professionals que l'integren, coneixedors de les tecnologies SIG i del seu potencial, han introduït de forma progressiva continguts d'aquesta naturalesa en les seves bases de dades, i els incorporen regularment en els seus productes finals, normalitzant la seva implantació també en un règim intern.

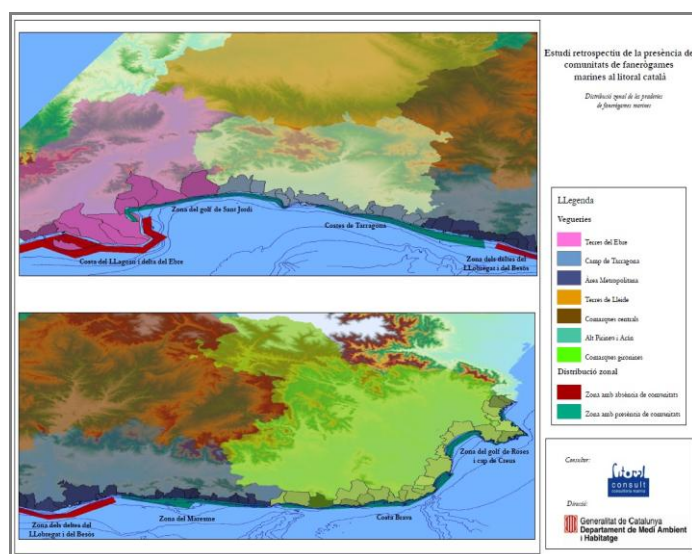


Figura 6: Estudi retrospectiu de la presència de comunitats de fanerògames marines al litoral català, per a Departament de Medi Ambient i Habitatge, 2010.

Com a resultat d'aquesta pràctica existeix també un important fons documental en format SHAPE i d'altres interoperables, semblant a la compartimentació de carpetes esmentada anteriorment, el qual també presenta en el moment inicial un cert desordre en quant a contingut, sobretot a nivell alfanumèric. Múltiples sessions d'edició sobre les seves taules d'atributs han possibilitat finalment la inclusió d'un bon nombre d'aquestes capes al sistema.

Digitalització

Com s'indica en el preàmbul d'aquest apartat, ha calgut digitalitzar alguns elements cridats a jugar un paper important en la cohesió del sistema. La no disponibilitat de la informació requerida, o bé el fet de que aquesta no fos exportable en arxius SHAPE d'acord amb el seu format d'origen, han conduït a la decisió d'invertir un bon nombre d'hores en la seva adquisició.

La magnitud de les geometries i l'escala en la que s'han volgut representar han influenciat el grau de precisió de dibuix en cada cas, dilatant el temps d'execució en funció d'aquests dos paràmetres. Els resultats d'aquest procés, sovint extenuant, són però molt positius, doncs s'han digitalitzat elements que sumaran un valor afegit a tots els productes derivats donada l'exclusivitat de la informació generada.

Un clar exemple d'aquest fet es troba en la digitalització de la línia de costa catalana del 2009, efectuada sobre *sp-line's* d'AutoCAD i amb el suport del visionat sobre ortofotomatges del ICC (Escala de vol 1:5.000 i 1:2.500), i que ara ja forma part del SIG_L. La seva superior precisió respecte a la disponible actualment en fonts oficials, l'evident rol que desenvoluparà en un sistema de gestió litoral i la recerca de la màxima qualitat en la informació que l'integra justifiquen els esforços destinats a obtenir-la.

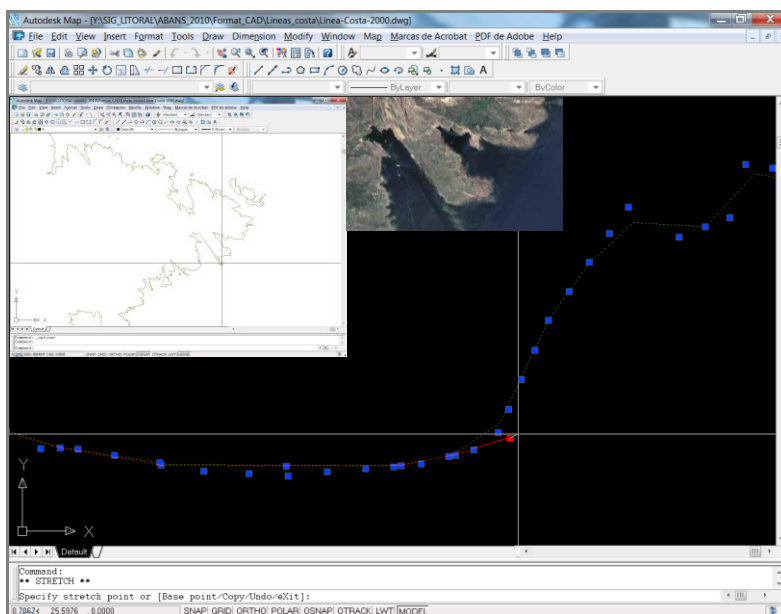


Figura 7: Digitalització de la línia de costa.

Altres exemples de digitalització de nova informació poden ser les capes generades relatives a la permeabilitat d'estructures portuàries, comunitats bionòmiques o corbes de nivell i cotes batimètriques, obtingudes a grans escales. Sovint s'ha digitalitzat sobre arxius d'imatge (pdf, geotiff, etcètera), sempre a una escala superior a 1:5000 i en sessions d'AutoCAD, exportant posteriorment els polígons, punts o arcs.

Descàrregues i enllaços

Certa informació, per la seva disponibilitat i pel fet d'ésser fidedigna, s'ha obtingut descarregant-se de la xarxa. És el cas d'algunes capes temàtiques d'interès mediambiental útils per a complementar el banc de dades previst, i que es troben a disposició dels usuaris de manera gratuïta, com per exemple els arxius dels mapes topogràfics del web de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, disponibles en el format de descàrrega 00e.

També els webs del Departament d'Agricultura Ramaderia i Pesca, l' Agència Catalana de l'Aigua o l'Institut d'Estadística de Catalunya, entre d'altres, ofereixen cartografia gratuïta en formats Miramon (MMZ) i descarregables DXF/DBF. S'han utilitzat alguns dels seus fitxers per a convertir-los a format SIG i complementar la informació en alguns dels àmbits d'interès.

Entre d'altres, algunes d'aquestes bases temàtiques són:

- Zones de Protecció de les Praderies de Fanerògames Marines
- Praderies de Fanerògames Marines
- Esculls Artificials
- Espais Naturals de Protecció especial i altres espais protegits
- Emissaris submarins
- Instal·lacions d'Aqüicultura
- Seguiment de la Qualitat de les Aigües Marines
- Zones de Producció
- Ports comercials de Catalunya

Es preveu en fases posteriors del projecte realitzar enllaços WMS³ per a tenir accés a determinada informació a efectes únicament de visualització, doncs les polítiques d'explotació d'algunes d'aquestes entitats públiques no permeten l'ús comercial dels seus productes, però si poden resultar útils per a un ús intern del sistema, o inclús de cara a plantejar un visor amb presència a la web corporativa.

Documentació de taules

La riquesa del SIG i les seves possibilitats d'utilització es veuran incrementades en funció de la profunditat d'informació alfanumèrica que s'emmagatzemi darrera de les bases cartogràfiques, així com la d'aquelles entitats sense representació espacial.

³ **Connexions WMS:** El servei *Web Map Service* (WMS) definit per l'OGC (*Open Geospatial Consortium*) produeix mapes de dades referenciades espacialment, de forma dinàmica a partir d'informació geogràfica. Aquest estàndard internacional defineix un mapa com una representació de la informació geogràfica en forma d'un arxiu d'imatge digital (normalment PNG, GIF o JPEG) convenient per la seva exhibició en una pantalla d'ordinador.

En aquest sentit es planteja una base de dades alfanumèrica àmplia, intentant assolir per als diferents àmbits temàtics el màxim desplegament de contingut possible.

Figura 8: Edició del component alfanumèric d'una base cartogràfica.

Les sessions d'edició sobre els components alfanumèrics de les bases cartogràfiques han estat, doncs, freqüents. Ha calgut documentar aspectes molt diversos d'informació molt variada, i fer un treball de recerca exhaustiu, com es podrà comprovar en l'estructura de la base de dades. Aquesta tasca queda oberta, de la mateixa manera que passa amb la inclusió de la informació mancant del disseny, doncs s'han prioritzat els treballs d'implementació i càrrega.

El procés d'indexació de la informació ha suposat també un repte en aquest sentit. S'ha creat un sistema de codificació propi, procurant que sigui intuïtiu en quant a reconeixement dels elements que identifica i que conformaran el SIG.

2.2.2- Els diferents àmbits

S'ofereix a continuació una breu descripció de les entitats que integren els quatre dominis temàtics, tal i com s'ha estructurat la informació en la base de dades.

Infraestructures

- Infraestructures submarines: aquelles infraestructures que es troben submergides en el mar.

- *Emissaris submarins*: conduccions utilitzades per abocar volums de rebuigs sanitaris o industrials al mar, aprofitant l'elevada capacitat d'autodepuració de les seves aigües degut als processos de dilució i difusió. Són estructures complementaries i integrades als sistemes de tractament d'aigües, precedides per un emissari terrestre.
- *Conductes*: canalitzacions utilitzades per al transport de gasos o fluids entre dos punts, mitjançant sistemes de diferencial de pressió o buit. Els conductes submarins presents en el SIG transporten hidrocarburs (oleoductes) o gas combustible (gasoductes).
- *Cablejat*: xarxa de transport elèctric, en forma de línies d'alta tensió, o de telecomunicacions. Connecta punts de distribució d'ampla de banda i tensió distribuïts pel litoral Mediterrani.
- *Captació*: conductes destinats a subministrar aigua de mar a infraestructures terrestres, generalment utilitzada per a la refrigeració de maquinària, l'abastiment de dessalinitzadores, instal·lacions de cultius marins o instal·lacions zoològiques.
- *Àrees escullars*: superfície del fons marí delimitada on s'ubiquen els esculls. Estan subjectes a concessió administrativa.

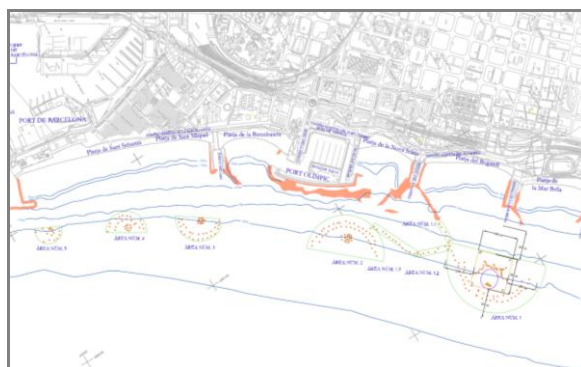


Figura 9: Àrees escullars, elements i zonificació del Parc d'esculls de Barcelona.

- *Esculls artificials*: són estructures construïdes per l'ésser humà que imiten algunes característiques dels esculls naturals, com ara els fons de roques. Se submergeixen de forma intencionada en el fons marí de les zones costaneres amb l'objectiu de protegir-lo, d'incrementar-hi la pesca o d'augmentar la biomassa d'espècies marines de la zona.
- Infraestructures costaneres i terrestres: aquelles infraestructures que es manifesten des de la línia de costa i cap a terres interiors, amb rellevància a efectes de gestió litoral.
- *Marítimes i portuàries*: instal·lacions portuàries, agrupant els conceptes de ports i marines.

- Instal·lacions portuàries: infraestructures construïdes sobre la línia de costa amb la finalitat de donar recer a embarcacions de diferent naturalesa i amb infraestructura terrestre associada. Acullen una gran diversitat d'activitat econòmica i són, en molts casos, importants connectores entre nuclis de població.
 - Ports: aquelles instal·lacions preparades especialment per al transport de passatgers o mercaderies i, per tant, de caràcter eminentment comercial. Propi de nuclis de població litorals amb un teixit industrial desenvolupat.
 - Marines: aquelles instal·lacions de recer d'embarcacions majoritàriament particulars, d'ús lúdic o recreatiu. Tot i que acostumen a sumar-se a la línia de costa poden endinsar-se en el territori i presentar xarxes de canals amb embarcadors.
- *Obres de defensa*: construccions de formigó, fusta i acer, sovint de caràcter bast, construïdes sobre el fons marí i que sobresurten per sobre del nivell del mar, destinades a reflectir i absorbir l'energia de l'onatge i preveure així l'erosió. Són també utilitzades com a refugi d'embarcacions o com a prolongacions dels braços dels ports.
- *EDAR*: o Estació Depuradora d'Aigües Residuals, és una planta que recull les aigües de rebuig d'un o més nuclis urbans o industrials i, després d'una sèrie de tractaments físics, químics i biològics, la retorna al cabal receptor, ja sigui al mar o a un curs fluvial.
- *Centrals d'energia*: instal·lacions destinades a la generació d'electricitat gràcies a l'aprofitament d'algun recurs natural, agrupa diferents instal·lacions com ara les centrals nuclears i plantes d'energia eòlica. Com a excepció s'inclouen en aquest apartat els aerogeneradors projectats sobre superfície marina de la costa tarragonina, enlloc d'ésser afegits en la informació d'infraestructures marines.
- *Sobreeixidors*: estructura hidràulica que permet la sortida de cabal que es produeix per acció gravitatòria en un curs fluvial.
- *Xarxa viària*: entramat de vies de circulació destinades a articular el transport terrestre en una zona geogràfica determinada. Es prenen en consideració aquells elements que, per la seva proximitat amb la franja litoral, afecten en algun sentit els interessos del projecte.
- Infraestructures marines: aquelles infraestructures presents en la superfície marina.

- *Senyals marítimes i balises*: senyals, fixes o flotants, que serveixen per a indicar perills o per a marcar les característiques de la zona en què navega una embarcació.



Figura 10: Senyalització marítima

- *Instal·lacions i instrumental oceanogràfic*: instruments o estacions (amb diversos instruments) de mesura de paràmetres relatius a la dinàmica física i/o química del mar.
- *Plataformes marines*: plantes d'extracció i refinament d'hidrocarburs situades a la superfície marina per a l'explotació de jaciments presents en la plataforma continental. Es connecten amb la costa mitjançant conductes.
- *Instal·lacions d'aqüicultura*: estructures surants o fixades al llit marí destinades a la producció i engreix de diferents espècies d'interès comercial.
 - Piscifactories: instal·lació o conjunt d'instal·lacions on es practica la piscicultura. En el mar acostumen a ser gàbies surants o fixes i properes a la costa. Les espècies objectiu són principalment l'orada i el llobarro.
 - Muscleres: instal·lació construïda per al cultiu extensiu de musclos i d'espècies afins (mitilcultura). Si les muscleres es troben lluny de la costa, o en zona de mareas, acostumen a ésser flotants. Quan estan a prop de terra i en zones no sotmeses a mareas intenses estan fixades al fons. Generalment es tracta d'una armadura de fusta o metàl·lica en la qual es disposen cordes penjades verticalment per a la fixació de les larves, quedant aquestes submergides. Presents en gran nombre al delta de l'Ebre.
- Elements d'infraestructures singulars: aquelles àrees o elements no classificables en els anteriors apartats, com per exemple monuments.

Usos

- Àrees de concessió: delimitació administrativa d'una superfície marina, submarina o terrestre per a la seva explotació, pública o privada, en un termini de temps i condicions d'ús estipulats.
 - *Àrees de concessió d'infraestructures*: superfície adjudicada administrativament per a la construcció i explotació d'una determinada infraestructura.
 - *Zona d'espera, zona de fondeig autoritzat i canals de pas*: àrees de concessió de propietat administrativa i pública que regulen activitats com l'estància autoritzada, el trànsit per determinades zones i l'ancoratge d'embarcacions.
- Plans d'ordenació i usos de zones marines i costaneres: figures legals d'ordenació i gestió litoral.
 - *Pla Director Urbanístic del Sistema Costaner*: pla aprovat el 2004 per el Departament de Política Territorial i Obres Públiques que té com a objectiu preservar els espais oberts del litoral situats a la franja de 500 m terra endins. La primera part permet protegir 23.500 Ha del sistema costaner com a sòl no urbanitzable; la segona part (PDUSC-2), centrada en sòls urbanitzables delimitats sense pla parcial aprovat, comporta la protecció completa de vint-i-quatre sectors i 327 Ha i la protecció parcial de vint sectors i 323 Ha.
 - *DPMT- Llei de costes 1988*: la Llei de Costes del 28 de Juliol del 1988 regula la determinació, protecció i utilització del Domini Públic Marítimo-terrestre. Aquest es defineix com el conjunt de béns de domini públic format per el mar territorial, les aigües interiors, els recursos naturals de la zona econòmica exclusiva i de la plataforma continental, així com les platges i costes fins l'abast dels temporals més grans coneguts.
 - *Zona de banys*: fragments de la línia de costa tipificats i generalment habilitats per a un ús lúdic i per al bany.
 - *Distància a costa*: línies imaginàries efectuades paral·lelament a la línia de costa i cap al mar que senyalitzen la distància en quilòmetres o milles nàutiques respecte la mateixa. Són útils per a posicionar relativament altres objectes i a efectes de visualització.
 - *Línia de base recta*: línia a partir de la qual es mesura el mar territorial, la zona contigua, la zona econòmica exclusiva i la plataforma continental. Delimita les aigües interiors, dins de les quals un estat és plenament sobirà, unint els punts més meridionals de la seva costa i les illes o illots pròxims a la mateixa. És doncs una línia que no segueix estrictament la línia de costa, sinó més aviat la direcció general d'aquesta.

- Jaciments i zones d'extracció: àrees de concentració significativa de materials interessants per alguna ciència o per la seva explotació humana. En aquest cas jaciments geològics, de minerals o gas.
- Platges i Cales: dipòsits de sediments no consolidats (sorres i/o graves) que s'estenen des de la base de la duna i fins a una profunditat en la qual els sediments resten immòbils, i petites concavitats en la línia de costa formades per l'efecte d'una transgressió marina o per un fenomen tectònic.
- Rutes marítimes: corredors que uneixen els ports d'un o més estats entre si, concentrant el trànsit de navegació a través seu, i seguint criteris d'estalvi de combustible, seguretat o factors legals.
- Punts d'immersió: localització dels punts coneguts que guarden algun interès per als aficionats a la immersió amb escafandre autònoma. Solen ser zones adherides a la línia de costa, associades a accidents geogràfics locals, però també poden trobar-se mar endins per la presència d'alguna particularitat, com ara un vaixell enfonsat. Poden ser accessibles des de la costa o mitjançant embarcació.

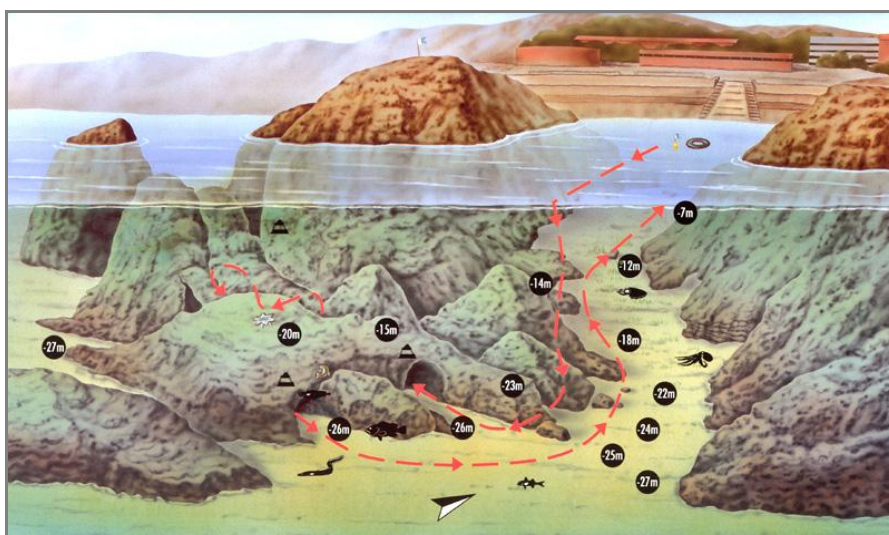


Figura 11: Diagrama del punt d'immersió "Eden Rock", a Sant Feliu de Guíxols. Extret del llibre "Las 200 mejores inmersiones de la Costa Brava", d'Andreu Llamas, ed. geoPlaneta.

- Zones d'interès turístic – cultural: espais amb contingut d'interès per al sector turístic o de valor cultural reconegut.

- Usos del sòl: projecció sobre la superfície terrestre de les diferents cobertures d'utilització del sòl segons les 22 categories establertes per el Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya, elaborada el 2002. Retall de la franja litoral.
- Sector pesquer: conjunt d'elements i actors que integren l'activitat pesquera en l'àmbit professional.
 - *Caladors de pesca*: emplaçaments habituals a on es desenvolupen les activitats pesqueres al reunir aquests les condicions necessàries per a calar-hi les arts i de presència d'espècies objectiu.
 - *Zones regulades de pesca i/o extracció d'espècies*: àrees de concessió administrativa per a l'explotació pesquera i/o extractiva de determinades espècies utilitzant tècniques o arts estipulats durant els períodes assignats.
 - *Confraries de pesca*: entitats de dret públic que agrupen a les persones dedicades a la pesca marítima. Les seves finalitats són, principalment, l'assessorament de l'administració en tot allò que fa referència a la pesca en la mar i la col·laboració amb l'Institut Social de la Marina en la gestió de la seguretat social dels pescadors. Sense ànim de lucre i en nom i a benefici dels seus confreres, comercialitza les captures de peix mitjançant subhastes públiques a la baixa.
 - *Llotges*: recintes a on es realitzen les transaccions entre pescadors, majoristes i comerciants. Poden ser també edificis d'elevat valor històric i cultural.
 - *Indústries pesqueres*: punts a on es localitzen les seus dels actors involucrats en els diferents graons del sector pesquer.
- Elements d'usos singulars: aquells elements o zones l'ús de les quals no es pot catalogar dins de cap de les categories anteriors.

Medi ambient

- Terreny: taula que aglutina alfanumèricament tots els registres, indexats per codi temàtic del territori, de l'àmbit mediambiental que contempla el sistema.

- Comunitats bionòmiques: fàcies de comunitats de vegetals i animals que cohabiten en un entorn determinat, i que en el cas de la franja costanera es delimiten en la seva situació respecte la zona intermareal, diferenciant entre zones pertanyents al supra, medi i infralitoral. El concepte de comunitat bionòmica aglutina, per tant, l'aspecte abiòtic (substrat i hàbitat) i el biòtic (espècies i comunitats)
- Elements bionòmics singulars: aquelles comunitats bionòmiques d'especial interès per la seva exclusivitat, grau de riquesa o fragilitat.
- Caracterització geomorfològica: classificació del terreny en funció de les seves formes de relleu i dels processos físics, biològics i antropogènics causants del mateix.
- Elements geològics singulars: detall d'aquelles formacions geològiques característiques per presentar particularitats en la seva morfologia o gènesi.
- Hàbitats: caracterització de l'espai en funció de les condicions que l'habiliten per a ser ocupat per una població biològica determinada i que permeten el seu desenvolupament. Un hàbitat queda descrit per els factors que el defineixen ecològicament, diferenciant-lo d'altres hàbitats en els que les mateixes espècies que l'ocupen no tindrien continuïtat.



Figura 12: Detall d'una praderia de *Cymodocea Nodosa*, una de les tres espècies de fanerògames marines presents al Mediterrani català.

- Espais Naturals Protegits: figures administratives de regulació i protecció dels béns naturals.

- *Habitats d'Interès Comunitari de Catalunya (HIC)*: la Directiva d'Habitats defineix els hàbitats com a "aquelles zones terrestres o aquàtiques diferenciades per les seves característiques geogràfiques, abiòtiques i biòtiques, tant si són totalment naturals com si són semi naturals". A continuació, defineix com a hàbitats naturals d'interès comunitari aquells que, entre els hàbitats naturals, compleixen alguna d'aquestes característiques:

- i. Estan amenaçats de desaparició en la seva àrea de distribució natural en la Unió Europea.
- ii. Tenen una àrea de distribució reduïda a causa de la seva regressió o a causa de tenir una àrea reduïda per pròpia naturalesa.
- iii. Són exemples representatius d'una o diverses de les sis regions biogeogràfiques de la UE, és a dir l'alpina, l'atlàntica, la boreal, la continental, la macaronèsica i la mediterrània.

- *Espais Naturals de Protecció Especial*: demarcacions establertes en la Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals que estableix les modalitats de protecció especial següents:

- i. Parcs nacionals
- ii. Paratges naturals d'interès nacional
- iii. Reserves naturals integrals
- iv. Reserva natural parcial
- v. Parcs naturals
- vi. Reserva natural de fauna salvatge, afegits segons la Llei 3/1988, de 4 de març, de protecció dels animals.

- *Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN)*: El Pla d'Espais d'Interès Natural o PEIN, aprovat pel Govern de la Generalitat de Catalunya, és una configuració legal que té per objecte la delimitació i l'establiment de les mesures necessàries per a la protecció bàsica dels espais naturals, la conservació dels quals cal assegurar, d'acord amb els valors científics, ecològics, paisatgístics, culturals, socials, didàctics i recreatius que posseeixen.

El PEIN va ser aprovat pel Decret 328/1992, de 14 de desembre, i des d'aleshores ha estat força ampliat. Té els seus orígens en la determinació legal de la Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals, modificada posteriorment per la Llei 12/2006, de 27 de juliol, de mesures en matèria de medi ambient. Les normes del PEIN estableixen un règim de protecció bàsic aplicable en la totalitat del seu àmbit; aquest règim pot complementar-se en cada espai o conjunt d'espais mitjançant la formulació de plans especials de protecció del medi natural i del paisatge, i la declaració d'espais de protecció especial (parcs nacionals, paratges naturals d'interès nacional, reserves o parcs naturals) que fa que els espais passin a tenir una regulació jurídica pròpia i una gestió individualitzada per a preservar-los i potenciar-los.

- *Xarxa Natura 2000*: espais inclosos en la xarxa Natura 2000, que és una iniciativa europea que impulsa la creació d'una xarxa d'àrees d'especial protecció:

- i. Z.E.P.A: Zona d'Especial Protecció per a les Aus.
- ii. L.I.C: Lloc d'Interès Comunitari.
- iii. Z.E.C: Zona d'Especial Conservació.

Fonamentada en:

- a) La Directiva 79/409/CEE (Directiva Aus)
- b) La Directiva 92/43/CEE (Directiva Hàbitat)
- c) La Directiva 2000/60/CE (Directiva Marc de l'Aigua)

- *Zones Humides*: unitats ecosistèmiques funcionals que presenten en l'espai i el temps una anomalia hídrica positiva respecte del medi adjacent. La confluència de factors topogràfics, geològics i hidrològics fa que aquesta anomalia hídrica afecti i condicioni els processos geoquímics i els processos biològics de l'àrea en qüestió.



Figura 13: Aiguamolls de l'Empordà.

També s'inclouen aquells espais que no presenten una làmina d'aigua superficial, sinó que la seva anomalia hídrica consisteix en la presència d'una major humitat edàfica que permet el desenvolupament de sòls i biocenosis de tendència higròfila.

De la mateixa manera formen part d'aquesta capa aquelles àrees que presenten una anomalia hídrica únicament temporal, és a dir, no permanent, sempre que la seva freqüència o durada sigui suficient per condicionar i modificar les comunitats i els processos biològics respecte del medi envoltant.

- *Espais d'Interès Geològic de Catalunya*: delimitació dels espais recollits en l'Inventari d'Espais d'Interès Geològic de Catalunya, denominats geotops o geozones, caracteritzats per haver patit un procés que ha provocat una determinada morfologia del paisatge, o una determinada associació/disposició dels minerals o dels estrats. Aquestes zones contenen informació que ha quedat registrada en el substrat geològic dels processos esdevinguts en el passat o de les condicions ambientals en forma d'estructures sedimentàries, tectòniques, fòssils, minerals, etc.

- *Reserves Marines*: àrees vedades a les activitats d'extracció, com la pesca o la mineria, i a activitats d'abocament. En aquestes àrees poden existir zones prioritàries on no es permeti l'activitat humana, anomenades reserves integrals. Són, per exemple, àrees que actuen com referència científica o zones on existeixin hàbitats o espècies particularment sensibles. Són eines de protecció efectives a l'hora d'assegurar el creixement de les poblacions, la longevitat dels seus individus i el conseqüent increment del seu potencial reproductor, resultant beneficioses per a les pesqueries més enllà dels seus límits i per les espècies migratòries que s'alimenten i/o reproduïxen en aquestes ubicacions. Algunes d'aquestes zones poden quedar obertes a activitats pesqueres artesanals no destructives sempre que siguin sostenibles i dintre de límits ecològics, i hagin estat triades mitjançant la participació de les comunitats locals afectades.

- Hipsometria: conjunt d'elements que serveixen per a determinar i representar una elevació o cota del terreny respecte a un pla de referència. S'inclouen només les dades disponibles properes a la franja litoral. Relació alfanumèrica.

- *Altimetria terrestre*: elements hipsomètrics del terreny amb valor positiu i que representen el relleu per sobre del nivell del mar.

I.- Àmbit d'estudi projecte litoral – Altimetria terrestre: elements altimètrics obtinguts amb mètodes propis i topografia generada a Litoral Consult, S.L

II.- Altimetria terrestre litoral: elements altimètrics obtinguts d'altres fonts.

- *Batimetria*: elements hipsomètrics del terreny amb valor negatiu i que representen el relleu per sota del nivell del mar.

I.- Àmbit d'estudi projecte litoral – Batimetria: elements batimètrics obtinguts amb mètodes propis i batimetries generades a Litoral Consult, S.L

II.- Batimetria – Litoral: elements batimètrics obtinguts d'altres fonts.

- *Model Digital del Terreny*: arxius vectorials TIN (*Triangulated Irregular Network*) que modelen la morfologia de superfícies utilitzant una graella de triangles aptes per a la seva conversió a arxiu ràster.

- Hidrografia terrestre: conjunt d'elements que serveixen per a determinar i representar les masses d'aigua continental i el seu recorregut a través del terreny. En aquesta taula també s'inclouen aquells elements identificats com a útils per a la gestió dels recursos hídrics i rellevants per la seva interacció amb l'activitat humana.

- *Conques hidrogràfiques*: conjunt territorial que vessa les seves aigües superficials i el seu aqüífer dins una mateixa conca, alimentant d'aquesta manera un riu principal que recorre aquesta conca i recull al seu pas les aportacions de qualsevol afluent que hi vagi a parar. Una conca hidrogràfica desguassa les seves aigües a un mar, un llac o, en el cas de manca de sortida, les aigües es filtren al subsòl o s'evaporen, formant una conca endorreica.

- *Xarxa hídrica*: conjunt de cursos fluvials, rius, rieres, rierols i aqüífers, naturals o artificials, que recorren la superfície o el subsòl del territori.

- *INUNCAT – Punts crítics*: conjunt de punts identificats per l'Agència Catalana de l'Aigua que assenyalen la localització de zones amb perill d'ésser afectades per anomalies hidrològiques. Aquesta classificació diferencia entre tres graus de risc (baix, mig o alt) per als 659 punts identificats en el pla INUNCAT.

- *INUNCAT – Línies crítiques*: límits de les conques inundables que contempla el pla INUNCAT elaborat per l'Agència Catalana de l'Aigua.

- *INUNCAT – Delimitació de les zones inundables*: àrees potencialment inundables des d'un punt de vista geomorfològic.

- *IMPRESS – Masses d'aigua*: caracterització de les masses d'aigua de Catalunya segons el document IMPRESS de l'Agència Catalana de l'Aigua. Aquest analitza les pressions existents (que poden causar impacte) i els impactes mesurats, i es valora el risc d'incompliment dels objectius de la Directiva Marc de l'Aigua (2000/60/CE) en les conques internes de Catalunya.

General

- Entitat administrativa: agregació tabular de les diferents divisions polítiques del territori, des del nivell País fins a nuclis de població.

- *Països*: països de la CEE, en geometria de polígon.
 - *Comunitats autònomes*: polígons de les diferents comunitats autònomes de l'estat espanyol.
 - *Províncies*: polígons de les diferents províncies dins de Catalunya.
 - *Vegueries*: polígons de la nova entitat administrativa substituent de províncies i que divideix el territori català en set noves demarcacions.
 - *Comarques*: polígons de les comarques integrants de les províncies o vegueries catalanes.
 - *Municipis*: polígons de les unitats territorials de gestió contingudes en les comarques, identificades per CODI_INE.
 - *Nuclis urbans*: poblacions catalanes superiors a 100.000 habitants.
- Línia de costa: entitat abstracta que aglutina el conjunt d'elements relatius a la caracterització, dinàmica i història de la línia de costa del litoral català.
- *Línia de costa actual*: línia en la superfície de la terra que defineix el límit entre aquesta i el mar. Digitalitzada amb precisió inferior a un metre sobre ortofotomapes del 2009.
 - *Illes*: extensió de terra ferma, més o menys extensa, ubicada en mar obert. Poden ésser naturals o artificials.
 - *Tipologia costanera*: caracterització de la línia de costa en funció dels elements que la conformen o que s'hi troben directament adherits.
 - *Permeabilitat*: classificació del grau de permissivitat que presenten les parts estructurals dels ports de Catalunya al flux d'hidrocarburs a través seu, en funció de la porositat dels materials constituents.
 - *Artificialització*: estructures artificials afegides a la línia de costa que no computen en el seu càlcul ni es consideren com a tal.
 - *Processos litorals*: franges costaneres classificades en funció dels processos fisicoquímics que les han originat.

- *Línia de costa històrica*: línies de costa de diferents anys que permeten observar l'evolució general de la mateixa comparant les dinàmiques de formació/regressió, així com el impacte antropogènic que pateix.

- Projectes Litoral: relació alfanumèrica dels projectes en els que Litoral Consult S.L. ha participat i la seva correspondència amb l'àmbit territorial que l'emmarca via codi o codis INE.
- Mostratge: punts on s'han efectuat preses de mostres per als estudis elaborats a Litoral Consult, S.L.

2.3.- BASE TECNOLÒGICA

A continuació es detalla el programari utilitzat en les diferents etapes de desenvolupament del sistema.

Autodesk AutoCAD  AutoCAD

És un software de disseny assistit per computador (de l'anglès *Computer Asisted Design*, CAD) per a dibuixar en 2D i 3D. Desenvolupat i comercialitzat per l'empresa Autodesk, gestiona una base de dades gràfiques (punts, línies, arcs, etc.) amb les que es pot operar mitjançant una pantalla gràfica o editor de dibuix. La interacció amb l'usuari es realitza a través de comandes, d'edició o de dibuix, des d'una línia d'ordres (*Comand Line Interface*, o CLI, mètode que permet donar ordres amb una cadena de text simple) a la que el programa està fonamentalment orientat.

AutoCAD processa imatges de tipus vectorial, encara que admet incorporar arxius de tipus gràfic o mapes de bits, on es dibuixen formes bàsiques o primitives i mitjançant eines d'edició es creen gràfics més complexes. El programa permet organitzar els objectes per mitjà de capes o estrats, ordenant el dibuix en parts independents amb diferent grafisme. El dibuix d'objectes seriat es gestiona a través de l'ús de blocs, possibilitant la definició i modificació única de múltiples objectes repetits.

En gran mesura el programa AutoCAD està orientat a la producció de plànols, utilitzant els recursos tradicionals de grafisme en el dibuix, com ara color, gruix de línia, textures i trames. Utilitza el concepte d'espai model i espai paper, per a separar les fases de disseny i dibuix de les específiques per a obtenir plànols traçats en paper a la seva corresponent escala. Aquests poden ser projectats sobre sistemes de coordenades cartesianes, obtenint objectes georeferenciats que conservaran la seva referència espacial en cas de ser exportats a d'altres plataformes de dibuix o visualitzadors.

Tasques realitzades

L'extensió pròpia de l'arxiu AutoCAD és .dwg, encara que permet exportar en d'altres formats d'intercanvi, el més popular dels quals és .dxf. La gran majoria de la informació emmagatzemada per a incloure-la al sistema presenta l'extensió .dwg, mentre que bona part dels recursos web disponibles són descarregables en arxius .dxf. Quan un determinat dibuix conté la informació que es vol incorporar al SIG es segueixen els següents passos:

1.- *Revisió topològica del propi dibuix*: aquest procés contempla operacions com assegurar-se que les línies no tenen pseudo-nodes, tancar els polígons existents per a ser identificats com a tals, conversió dels blocs en punts, eliminació dels textos, etc.

2.- *Revisió topològica respecte l'univers modelat*: superposant el dibuix sobre els elements que han de compartir la seva referència espacial es poden editar i corregir aquelles incongruències topològiques que s'han identificat en el pre disseny de la base de dades cartogràfica.

3.- *Estructuració del dibuix per exportació directa*: divisió dels elements d'un mateix dibuix en capes temàtiques que esdevindran camps independents en el component alfanumèric de l'arxiu exportat. Aquest procés possibilita generar base cartogràfiques en format SHAPE que obeeixin a l'estructura de les taules alfanumèriques dissenyades en el model lògic del sistema.

4.- *Generació de nova cartografia*: la digitalització dels nous elements a incorporar al SIG s'ha dut a terme amb AutoCAD, donada l'agilitat i precisió que ofereix el programa per a realitzar aquesta tasca. El procediment habitual consisteix en importar l'arxiu d'interès georeferenciat i dibuixar aleshores amb la precisió requerida per l'escala de representació, creant un .dwg nou amb l'estructura de capes idònia per a l'exportació.

DeZign for Databases V. 6



Es tracta d'una eina de la firma Datanamic molt útil per a modelitzar i dissenyar bases de dades per a múltiples plataformes, com per exemple Oracle, MySQL, IBM DB2, PostgreSQL, SQL Server o MS Accés, entre d'altres. El programa utilitza diagrames d'entitat – relació per a possibilitar un disseny intuïtiu basat en gràfics de la base de dades, traduint automàticament el seu contingut en llenguatge SQL mitjançant la creació d'un *script* de text.

DeZign for Databases ofereix un entorn gràfic per a modelitzar no només els elements que hauran de participar en la base de dades, si no també les relacions que els vinculen. D'aquesta manera és possible determinar el tipus de relació que guarda una entitat respecte a la resta, la seva cardinalitat i el rol dels seus atributs. Permet definir els camps de relació

entre les taules, atorgant claus primàries i foranies, possibilitant la identificació d'errors en el disseny, així com la generació automàtica dels camps que hereta una entitat pel fet d'estar unida amb una altra. També proporciona l'opció d'estipular com a obligatòria la presència de valors no nuls en els registres, o la naturalesa dels diferents camps (tipus de dada que emmagatzema, longitud, etcètera).

Aquest programa s'ha utilitzat per a elaborar el disseny conceptual del sistema i el seu posterior desenvolupament lògic, així com per a la generació de la base de dades alfanumèrica. Cal destacar la seva funcionalitat per a reconèixer errors en les relacions que d'altra banda s'haguessin arrossegat fins a la fase d'implementació.

Tot el procediment realitzat amb aquest programari s'ha executat sobre una plantilla d'exportació MS Accés, possibilitant així la lectura de l'arxiu .mdb generat.

Microsoft Visio 2000



Microsoft Visió és un programari de dibuix vectorial per a Microsoft Windows. Encara que originalment apuntava a ser una aplicació destinada als terrenys de la ingenieria o l'arquitectura, l'adquisició de la marca Visio per part de la companyia Microsoft va reconduir aquest plantejament inicial en el desenvolupament d'una eina de realització de diagrames de flux de bases de dades, o llenguatge UML, entre d'altres, permetent iniciar a l'usuari en els llenguatges de programació.

MS Visio és el que es coneix com una eina CASE (de l'anglès, *Computer Aided Software Engineering*). Aquestes pertanyen a una família de programes destinats a facilitar el desenvolupament de sistemes en les seves fases de disseny, documentació d'errors o posterior implementació automàtica del codi.

El llenguatge UML, o *Unified Modeling Language*, és un llenguatge gràfic utilitzat per a visualitzar, especificar, construir i documentar un sistema. En aquest cas s'utilitza MS Visió 2000 per a executar aquest llenguatge sobre una plantilla predeterminada per a ArcInfo, que reconeix i instància els objectes propis d'ESRI, i genera un repositori .mdb exportable a múltiples plataformes, entre elles ArcCatalog.

MS Office Excel



Microsoft Excel és un component del paquet Microsoft Office. És una aplicació per a manipular fulles de càlcul, normalment utilitzada per a operacions contables i financeres.

En el context del projecte, l'aportació d'aquest programari es significativa en tant en quant les taules alfanumèriques i les entitats no espacials s'han treballat en el seu entorn, donada la seva interoperabilitat amb MS Access.

També s'ha fet servir la seva còmode interfície en cel·les per a l'elaboració de l'estructura final de les taules i per al pre disseny de la base de dades cartogràfica.

MS Office Accés



Microsoft Access és un altre dels components del paquet Microsoft Office. És un programa gestor de bases de dades relacional creat per Microsoft per a ús personal, amb capacitat per emmagatzemar fins a 2 GB de dades.

S'ha escollit aquest sistema gestor per a simplificar les operacions a realitzar sobre la base de dades i perquè es treballa des d'una única màquina. Es preveu la migració del seu contingut cap a un servidor en fases posteriors del projecte, quan el sistema compti amb el volum d'informació suficient i correctament indexat, per a la qual cosa caldrà importar l'arxiu a un sistema gestor diferent, per exemple SQL Server.

ESRI ArcGIS



Produït i comercialitzat per ESRI, sota el nom genèric d'ArcGIS s'agrupen diverses aplicacions per a la captura, edició, anàlisi, tractament, disseny, publicació i impressió d'informació geogràfica. Aquestes aplicacions s'engloben en famílies temàtiques com ArcGIS Server, per a la publicació i gestió web, o ArcGIS Mòvil, per a la captura i gestió de la informació en camp.

ArcGIS Desktop, la família d'aplicacions SIG d'escriptori, és una de les més àmpliament utilitzades, incloent en les seves darreres edicions les eines ArcReader, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene i ArcGlobe, entre d'altres extensions. ArcGIS Desktop es distribueix comercialment sota tres nivells de llicències que son, en ordre creixent de funcionalitats: ArcView, ArcEditor i ArcInfo.

ArcMap



ArcMap és el principal component del paquet ArcGIS d'ESRI en quant a programes de geoprocés, i s'utilitza per a visualitzar, editar, crear i analitzar dades espacials. Permet a

l'usuari l'exploració en detall de les dades, simbolitzar elements apropiadament i, en termes genèrics, la creació de mapes. El fet d'estar dissenyat també pensat per a ser una eina d'edició cartogràfica fa que ArcMap compti en el seu programari amb un important banc d'element útils per a la mateixa, com per exemple barres d'escala, llegendes o fletxes de nord geogràfic, en una gran varietat d'estils.

ArcMap ha estat l'eina de visualització i edició de les dades espacials d'aquest projecte. Ha permès la revisió i correcció topològica dels diferents SHAPE's, operacions que s'han dut a terme gràcies a la funcionalitat de l'extensió per al geoprocés ArcToolBox. També l'adequació del contingut alfanumèric de la informació espacial s'ha realitzat mitjançant sessions d'edició sobre les taules, així com les tasques de documentació que requeria la informació.

Finalment, i no menys important, ArcMap és el client final utilitzat durant el desenvolupament del SIG_L. En la seva interfície es carreguen les capes que formen part de la Geobase de dades, utilitzant-lo com a visor i aprofitant les seves possibilitats d'edició cartogràfica, anàlisi espacial i consulta alfanumèrica.

ArcCatalog



ArcCatalog és una aplicació per a l'administració i gestió de la informació geogràfica inclosa en el paquet d'ArcGIS. Proporciona una visió unificada i integrada de tots els arxius, bases de dades, serveis SIG web i documents d'ArcGIS disponibles en els diferents directoris i connexions remotes dels quals disposi la màquina en la que està configurat. Es podria dir que realitza les funcions pròpies d'un explorador de sistemes operatius, però desenvolupat per a reconèixer i treballar l'entorn SIG.

L'aportació d'ArcCatalog al llarg dels diferents estadis d'aquest projecte ha estat fonamental. Les principals accions que s'han realitzat gràcies a aquesta aplicació es poden resumir en el següents punts:

- Gestió general de la informació geogràfica, doncs és la interfície primera per a la recerca i previsualització de la informació cartogràfica i alfanumèrica.
- Conversió dels arxius CAD a SHAPE.
- Definició del sistema de coordenades en tots els dominis.
- Consulta, edició i gestió de les metadades.
- Implementació de l'esquema de la Geobase de dades i correcció semàntica.
- Càrrega de dades.
- Administració posterior a la càrrega de la Geobase de dades.

2.4.- DISSENY CONCEPTUAL

El disseny conceptual d'una base de dades es podria descriure com el conjunt d'activitats que resulten en un esquema conceptual d'alt nivell d'abstracció i que dona resposta als requeriments plantejats com a objectius del sistema. És a dir, partint de les especificacions estipulades en la fase de definició, i pensant sempre en la funcionalitat final, cal obtenir una estructura d'entitats relacionades entre si (diagrama Entitat – Relació) de manera que la informació quedi organitzada i vinculada temàticament.

El punt de partida és una idea de realitat que es vol representar, un univers acotat en l'espai i en el contingut que cal modelar dividint-lo en components amb significació pròpia, tenint també en compte la manera en com aquests interaccionen entre ells.

Aquest disseny es realitza d'es d'una postura realista d'acord amb la informació de la que disposa l'organització, però també amb la visió de desenvolupar una base de dades que doni cobertura a la totalitat dels objectius plantejats i deixant la porta oberta a l'adquisició de continguts addicionals. Cal doncs trobar un equilibri per no forçar un disseny que superi la capacitat organitzativa de l'empresa en quant a necessitats de manteniment de la base de dades, sabent que tota la informació que es pretén incloure és assequible o es pot generar sense sobrepassar els recursos destinats al projecte.

És important remarcar que aquesta primera concepció del model és totalment independent del SGBD al qual està encarat el sistema, doncs en aquest estrat del projecte encara no es tenen en consideració els factors condicionants d'emmagatzematge.

2.4.1.- Desenvolupament i relacions en el disseny

A grans trets, el disseny conceptual del sistema representa la consecució d'un treball que estructura la informació que fonamenta el SIG_L i que ha d'obeir als següents propòsits:

- Identificació de les entitats i els seus atributs: una entitat es distingeix d'una altra per mitjà dels seus atributs, o característiques de la mateixa. Per pròpia definició no poden existir dues entitats iguals. Aquesta és una tasca complexa, doncs cal identificar en primer lloc quines són les entitats necessàries per a representar la realitat que es vol reproduir, distingir si són prou consistents en si mateixes per a tenir presència pròpia i, finalment, avaluar la seva disponibilitat (o la dificultat per a generar-la en el format adequat) abans d'incloure-les al disseny.

La distinció dels atributs que caracteritzen les entitats també es du a terme en funció de diferents factors: per una banda aquests hauran de contenir els suficients registres d'informació que proporcionin al SIG_L la funcionalitat esperada en quan a

explotació alfanumèrica, però alhora cal ponderar el grau de dificultat per a satisfer aquests atributs, és a dir, quantificar el treball de documentació necessari i rebutjar la inserció d'atributs l'adquisició dels quals superi un marge d'esforç acceptable.

- **Definició de relacions:** les relacions existents entre diferents entitats descriuen certa dependència entre elles o grau d'associació. Per concretar el lligam que guarden dues o més entitats entre si cal declarar la cardinalitat de la seva relació, és a dir, el grau de correspondència d'una entitat determinada amb la resta. Així, es distingeixen tres tipus de relacions:

- ⇒ (1:1) o un a un: una entitat d'A es relaciona únicament amb una entitat de B, i viceversa. Pràcticament totes les relacions del sistema són d'aquesta naturalesa, per exemple: un emissari (entitat A) és (relació) una infraestructura submarina (entitat B).
- ⇒ (1:N) o un a molts: una entitat d'A es relaciona amb més d'una entitat de B, però una entitat de B es relaciona únicament amb una entitat d'A. Per exemple: una àrea escullar (entitat A) conté (relació) més d'un escull (entitat B), però un escull pertany a una única àrea escullar.
- ⇒ (N:N) o molts a molts: una entitat d'A es pot relacionar amb més d'una entitat de B, i viceversa. Aquest tipus de relació, per les característiques de la informació tractada, es dona en una única ocasió en tot el disseny. En termes d'integritat per al sistema gestor cal generar una taula intermitja entre ambdues entitats que permeti la correlació dels atributs vinculats entre si.



Figura 13: Relació N:N

- **Identificació de les entitats amb representació cartogràfica:** una entitat pot ser un objecte amb existència física (o representable en el terreny, com ara els límits d'una reserva marina) o bé un objecte amb existència conceptual. En el moment d'elaborar aquest disseny resulta útil convenir quins elements tindran forma espacial i quins formaran part del sistema en un pla únicament alfanumèric.

2.4.2.- Diagrama del disseny (Annex I)

El diagrama del model s'inclou en l'Annex I del document, juntament amb les notacions necessàries per a la seva comprensió.

En l'Annex I del suport digital es pot trobar el diagrama amb format .jpg (CONCEPTUAL.jpg) i l'arxiu DeZign (CONCEPTUAL.dez), executable des de DeZign for Databases V.6.

2.5.- DISSENY LÒGIC

El disseny lògic d'un sistema consisteix en transformar l'esquema conceptual en un esquema lògic fonamentat en les mateixes estructures que el model de dades en el que es basa el sistema gestor que s'utilitzarà, en aquest cas un model relacional. En altres paraules, és el procés de translació de l'esquema conceptual a la notació pròpia del SGBD, independentment dels detalls d'implementació.

És un procediment que cal revisar contínuament, ajustant el seu desenvolupament als requisits de tots els hipotètics usuaris finals. A partir del diagrama conceptual s'aplica una tècnica utilitzada per a comprovar la validesa dels esquemes lògics, anomenada normalització. Consisteix en cenyir l'estructura conceptual a un seguit de requisits que assegurin que no apareguin en les relacions i en les taules valors redundants.

L'esquema lògic és una font d'informació per al disseny físic. A més a més, juga un paper important durant l'etapa de manteniment del sistema, doncs permet que els futurs canvis que es realitzin sobre la informació, inclosa o pendent d'incloure, es representin correctament en el disseny de la base de dades. Tant el disseny conceptual com el disseny lògic són processos iteratius, tenen un punt d'inici i es van refinant contínuament. Ambdós són etapes clau per aconseguir que el sistema funcioni correctament. Si aquests models no són una representació fidel dels escenaris que es volen reproduir serà difícil aconseguir la funcionalitat desitjada i mantenir la integritat de les dades. Per aquests motius és necessari emprar tot el temps i les energies necessàries per a obtenir el millor esquema possible.

2.5.1.- Desenvolupament i relacions en el disseny

L'evolució del disseny conceptual cap al disseny lògic es realitza per mitjà de dues vies diferents. Per un costat es desenvolupa el format final de les entitats participants del sistema de manera individualitzada, mentre que, paral·lelament, es constitueix el diagrama definitiu d'acord amb les especificacions de MS Access, el sistema gestor de bases de dades emprat.

La consecució d'aquest procés està supeditada al fet d'haver assolit, en tots els dominis d'informació, els següents objectius:

- Definició de l'estructura final de les taules: aquest punt és el resultant d'un exercici final d'abstracció a partir del model conceptual i dels objectius del projecte, doncs el contingut de les taules del SIG_L, en el seu format final, determinaran les seves possibilitats d'explotació.

En aquest sentit es realitza, sobre una fulla de càlcul MS Excel, l'inventari detallat de les taules, amb la presència de totes les entitats presents en l'esquema lògic endreçades per àmbit temàtic i seguint la jerarquia que marquen les seves relacions. (donada l'extensió del document s'annexa únicament en el suport digital)

- Determinar la tipologia dels atributs per a cada entitat: dins d'aquesta estructura de taules i també en la interpretació del diagrama lògic, és el moment d'estipular el tipus de dada que emmagatzemen els diferents atributs de cada entitat. S'entén per tipologia dels atributs la naturalesa de les dades que poden formar-hi part, i s'estableixen condicions restrictives que impossibilitin l'addició de registres que les transgredeixin. En aquest sentit cal diferenciar entre:

⇒ *Tipus de dada:* depenent de la informació que haurà de contindre cada camp, cal determinar el caràcter que, obligatòriament, presentin tots els seus registres. Així s'aconsegueix la coherència necessària per al sistema gestor a l'hora d'operar amb la base de dades i s'evita el desordre dins de la mateixa. També d'aquesta manera es simplifiquen les tasques de manteniment, i s'aconsegueix que les futures addicions de continguts nous es realitzin seguint aquests patrons establerts. A continuació es pot veure una taula sumari del tipus de dades presents en els atributs:

| Tipus de dada | Definició |
|---------------|--|
| Varchar | <i>Variable Character Field</i> , és un tipus de dada que emmagatzema cadenes de caràcters de longitud indeterminada. |
| Float | El terme Float és un àlies de les dades que emmagatzemen nombres reals o de precisió doble, segons s'especifiqui en el valor d'etiqueta. |
| Date | Tipus de dada que permet emmagatzemar dates en format any-mes-dia. |
| Numeric | Emmagatzema xifres en les quals la precisió de decimals i l'escala poden ser definides arbitràriament. |

Figura 14: Relació del tipus de dades que presenta el sistema i la seva definició.

- ⇒ *Format*: a més de la tipologia dels camps també es possible fixar criteris de format per filtrar la informació que es vol incloure en els registres. Es convenen certes longituds de text màximes o necessàries més enllà de les quals no s'accepta l'addició de registres, ajudant a preservar la integritat de la informació en el procés de càrrega, així com el seu manteniment la mateixa.
- Atorgar claus primàries i forànies als atributs: d'acord amb les relacions existents entre les entitats, el disseny lògic demana que certs atributs desenvolupin un paper vehicular entre les taules. Dins de cada taula cal identificar una sèrie de camps que suportin aquest rol, per a la qual cosa es distingeix entre:
 - ⇒ *Clau única*: cada taula pot tenir un o més camps els valors dels quals identifiquen de forma única cada registre de la taula esmentada, és a dir, no poden existir dos o més registres diferents amb valors idèntics. Aquest conjunt de camps s'anomena clau única.

Poden existir diverses claus úniques en una determinada taula, i a cadascuna d'aquestes se la considera candidata a clau primària

 - ⇒ *Clau primària*: és una clau única escollida entre totes les candidates que defineix unívocament a la resta d'atributs de la taula. Tan sols pot existir una clau primària per taula i cap camp d'aquesta clau pot contenir valors nuls. El disseny lògic permet especificar la clau primària i impedir l'entrada de valors "NULL" al SGBD.
 - ⇒ *Clau forània*: una clau forània és una referència a una clau en una altra taula. Les claus forànies no necessiten ésser claus úniques a la taula on es troben, però sí a l'entitat que refereixen.

A banda d'això s'ha decidit que les relacions entre entitats siguin del tipus identificatiu. Això significa que la clau primària de l'entitat parental forma part de la clau primària de les seves entitats filles.

2.5.2.- Diagrama del disseny (Annex II)

El diagrama del model s'inclou en l'Annex II del document, juntament amb les notacions necessàries per a la seva comprensió.

En l'Annex II del suport digital s'inclou el diagrama amb format .jpg (LOGIC.jpg) i l'arxiu Design (LOGIC.dez), executable des de DeZign for Databases V.6.

2.6.- MODEL FÍSIC DEL SISTEMA

Mentre que en el disseny lògic s'especifica què es guarda, en el model físic s'especifica com es guarda, descrivint les estructures d'emmagatzematge i els mètodes d'accés a les dades. Per aquest motiu és important conèixer bé la funcionalitat del Sistema Gestor de Bases de Dades concret que s'utilitzarà i també el sistema informàtic sobre el qual aquest treballa. La possibilitat de crear macros per a donar resposta a les operacions que es preveuen típiques en els casos d'ús, consultes d'Access o vistes en SQL Server, vindrà donada per una correcta concepció del diagrama físic.

Un dels objectius que haurà d'acomplir el disseny físic és el d'estalviar espai d'emmagatzematge en disc. Per això és fonamental revisar el procés de normalització al qual s'ha sotmès el disseny lògic i avaluar la conveniència de redundar certa informació. En aquest sentit és important destacar un canvi efectuat en la concepció del nivell lògic en arribar a aquest punt: les entitats resultants d'agregacions de diferents classes reben consideració de taula per no reiterar emmagatzematge cartogràfic. A efectes de visualització s'han generat cobertures d'aquestes agregacions.

Així doncs, aquest disseny no és una etapa aïllada en el desenvolupament del sistema, doncs algunes decisions que es prenen durant la seva construcció poden provocar una reestructuració de l'esquema lògic.

2.6.1.- Pre disseny de la base de dades cartogràfica (Annex III - suport digital)

Una operació útil que ajuda a catalitzar el posterior procediment de construcció de la GeoBase de Dades i minimitza els possibles errors que es puguin donar en la seva implementació és la confecció d'un pre disseny de la base de dades cartogràfica (en endavant BDC). S'entén que aquest pas intermedi forma part de la definició del model físic del sistema, i vindria a ser l'aplicació d'un mètode amb certs paral·lelismes a la gestació conceptual de la base de dades en un nivell espacial.

Es defineix com a BDC la composta únicament per aquells elements amb representació espacial, ja sigui real (p.ex. confraries de pescadors) o conceptual (p. ex. caladors de pesca). En el seu pre disseny cal definir totes les entitats que l'integraran en funció dels següents paràmetres:

- Estructura física:
 - Geometria: polígon, línia o punt.
 - Classe d'element en la GeoBD: *Simple Feature*

- Cobertures: tot i no tractar-se de classes presents a l'interior de la GeoBD, s'han inclòs en aquest esquema les cobertures creades per a la visualització d'elements que solen representar-se de forma conjunta.
 - Relacions espacials: de contingència, agrupació o límit d'altres ens.
 - Agregació per classes: estructurar els *Feature Datasets*.
- Propietats atributives:
 - Identificació els atributs segons assenyala el disseny lògic.
 - Reconeixement de la/les claus primàries.
 - Camps de relació amb taules vinculades.
 - Estructura topològica: definició de les restriccions espacials que no poden violar les entitats, quedant la integritat del sistema supeditada al seu compliment. En aquest sentit s'assenyalen un seguit de normes estandarditzades que han de complir les entitats en funció de la geometria que presenten. Responen a requisits de coherència pròpia (p.ex. exigir que els polígons d'un *Feature* no es superposin) i també respecte a les relacions espacials amb entitats veïnes (p.ex. els punts del *Feature A* han de trobar-se a l'interior dels polígons del *Feature B*).

Aquest conjunt d'especificacions, establertes en aquest pre disseny de la BDC a nivell teòric, s'hauran de plasmar posteriorment en la GeoBD mitjançant la creació de la topologia, una classe d'ordenació geomètrica i espacial en l'interior de cada *Dataset*. Aquesta acció, detallada en l'apartat 2.8.3 (pàgina 63), i posterior a la càrrega de dades, permet localitzar els errors que presenta la informació, corregir-los o, si és convenient, registrar-los com a excepcions acceptables. Un cop finalitzat aquest procés de depuració es donarà per vàlida la topologia final de la GeoBD.

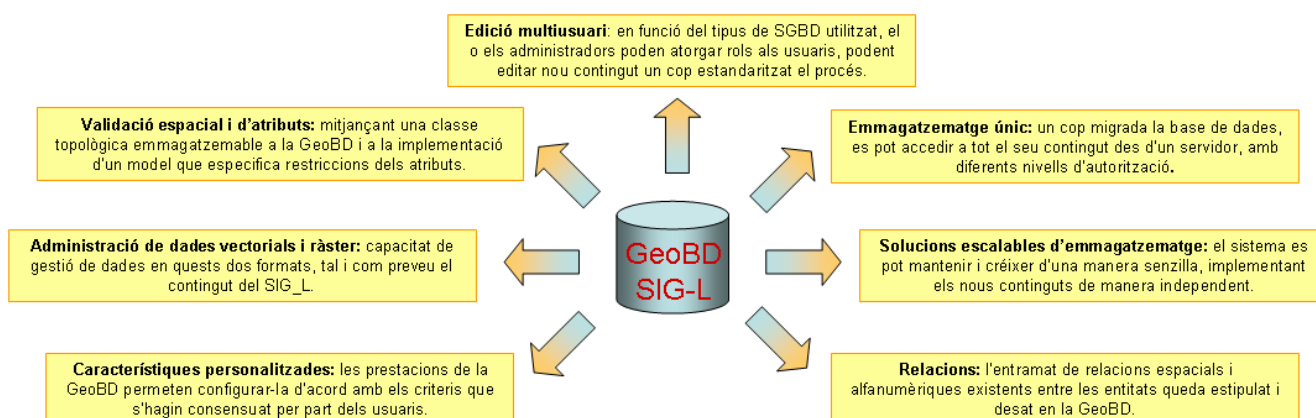
Donada l'extensió d'aquest pre disseny, s'annexa únicament en el suport digital del document sota el nom "BDC.xls".

2.6.2.- La GeoBase de Dades

El producte d'implementar el model físic del sistema és el que es denomina una GeoBase de dades. En aquest apartat es presenta aquest concepte donada la seva rellevància per a comprendre l'organització de tots els ens en l'estructura final. Una GeoBase de dades és un model de dades orientat a objectes per al tractament d'informació geogràfica, dissenyat per desar, cercar i manipular informació espacial i tabular. En resum, i per adaptar una definició vàlida també per al SIG_L, és una base de dades relacional capaç de contenir i gestionar els components característics de l'entorn SIG.

Sense una GeoBase de dades la informació espacial es tractaria de la mateixa manera que qualsevol altre tipus d'informació. Així, les dades vectorials poden ser desades com a punts, línies i polígons, les formes primàries de representació geogràfica, i dur associades una referència espacial, de manera que es poden definir relacions i restriccions topològiques que permetin el geoprocés, sempre que es disposi del client idoni.

La següent figura intenta sintetitzar les principals característiques d'una GeoBase de dades:



Al seu interior la informació s'ha d'estructurar d'una manera determinada, doncs no tots els seus elements tenen el mateix comportament. La traducció del model lògic a la notació pròpia del model físic exigeix una darrera reorganització de les entitats, la compartimentació de les quals cal adaptar a les característiques del nou disseny. Això vol dir que, depenent del tipus d'informació que conforma una entitat determinada, aquesta ocupa un nivell concret dins del disseny físic, mentre que les diferents relacions que la lliguen a d'altres ens s'instancien a part. Per a crear instàncies dels objectes, les relacions i del seu comportament s'utilitza el llenguatge de modelització gràfica UML. Amb ell és possible construir models d'objectes que ajuden a una millor comprensió del desenvolupament del sistema, a més d'actuar com a conducta cap a la implementació del mateix.

Per a comprendre aquesta compartimentació i l'estructura final del diagrama físic es detallen tot seguit els diferents conceptes que els condicionen. Posteriorment serà possible explicar l'organització definitiva de la GeoBase de dades.

El Workspace

L'objectiu d'aquest apartat és definir el Workspace, els elements que s'han emprat per a donar forma a l'esquema UML del mateix i les seves particularitats.

És un bloc bàsic per a poder entendre l'interior de la GeoBase de dades, doncs encara que en la seva configuració final no es pugui apreciar, l'estructura de la informació i les seves relacions venen determinades per la manera en com s'organitzen els diferents components del disseny físic.

La plantilla UML d'ArcInfo, executable des de MS Visio, conté quatre paquets diferents que actuen com a directoris a on es mantindran les diferents parts d'un mateix objecte. Aquests són:

- 1.- la vista lògica, que és l'arrel on s'inclouen els altres tres paquets.
- 2.- *ESRI Classes*: on es troben el conjunt de classes COM (Component Object Model) que permeten a les dades accedir als components d'ArcInfo.
- 3.- *ESRI Interfaces*: proporciona a les classes la capacitat de poder oferir funcions o mètodes predefinitos. És a dir, els objectes implementen interfícies per a prestar el servei que demanda un client.
- 4.- *Workspace*: com el seu nom indica, és l'espai virtual de treball per a construir la base de dades.

En aquest espai en blanc l'usuari pot definir els diferents components que constituïran el model. En el cas del SIG_L aquests elements són quatre *Datasets* per als quatre dominis temàtics de la informació, un paquet de taules alfanumèriques sense representació espacial i un bloc de relacions que vinculen els continguts de tots els anteriors.

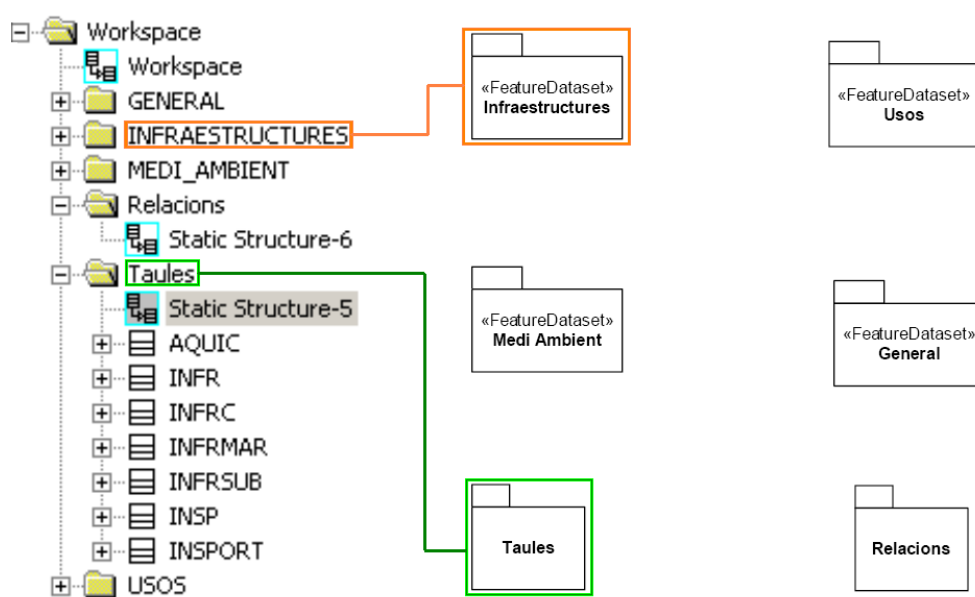


Figura 15: Workspace i estructura en arbre del seu contingut.

Feature Class

L'element més bàsic constituent de la informació espacial és el *Feature Class*. Aquest és una col·lecció homogènia d'objectes cartogràfics que tenen el mateix comportament i atributs. Això significa que un *Feature Class* tan sols pot estar format per elements amb la mateixa geometria que, alhora, comparteixin tots els seus atributs. Una GeoBase de dades accepta bàsicament quatre tipus de *Feature Class*: de punts, de línies, de polígons i d'anotacions. Aquests, al mateix temps, poden ésser multi-parts, però en el SIG_L no existeixen. El seu emmagatzematge a la GeoBase de dades obeeix els següents punts:

- Per al SGBD cada *Feature Class* és una taula.
- Cada fila de la taula és un element individual (un punt, una línia, etcètera).
- Els atributs dels *Features* es registren en les columnes.
- La columna "*SHAPE*" guarda la geometria de cada *Feature*, o una referència a la mateixa.
- La columna *Object ID* conté l'identificador unívoc de cada element.
- Els *Feature Class* es poden emmagatzemar a l'interior dels *Feature Datasets*.

Feature Datasets

Un *Dataset* és un conjunt de classes d'elements que comparteixen característiques, àmbit geogràfic i sistema de coordenades. És a dir, és una agregació temàtica d'informació amb la mateixa referència espacial que descriu un domini concret.

Totes les parts que integren el disseny lògic del sistema ho fan de manera que es troben agrupades en funció de la seva geometria. Conseqüentment, a dins de cada *Dataset* es troben les unitats estructurals, o *Feature Class*, que han de modelar la realitat a la qual fan referència. Per exemple, el *Dataset* "Infraestructures" està compost per una suma de *Feature Class* de punts (p. ex. esculls artificials), de polígons (p.ex. àrees escullars) i de línies (p.ex. emissaris submarins). Tot el conjunt, anàleg a una cobertura, constitueix el global d'informació geogràfica disponible per aquest àmbit i la seva funció és reproduir la seva existència sobre el terreny, amb les dades dBase associades.

El mètode emprat per a identificar cada element de manera única (camp OID) i per atorgar-li un camp que emmagatzemi la seva geometria (camp SHAPE) consisteix en declarar una classe *Object* i una classe *Feature* a l'interior dels *Datasets*, provinents del paquet ESRI *Classes*. La classe *Feature* es connecta amb la classe *Object* mitjançant una relació de generalització, la qual cosa proporcionarà a tots els elements que hi conflueixin el camp OID, a més del propi camp SHAPE inherent a la classe *Feature*, per una relació d'herència.

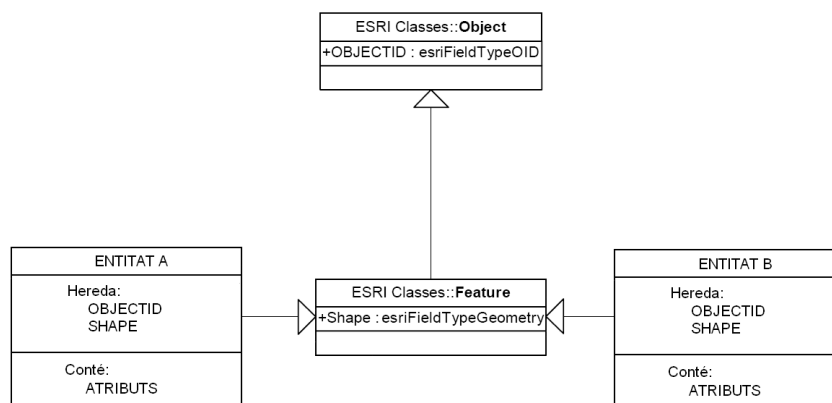


Figura 16: Funcionament del mecanisme d'herència d'atributs en MS Visio.

Ja només resta declarar la forma geomètrica dels elements que s'emmagatzemen en cada *Feature Class* i els seus atributs, així com la seva tipologia, sempre utilitzant la semàntica pròpia del model UML d'ArcInfo.

Per a cada entitat

Per a cada atribut

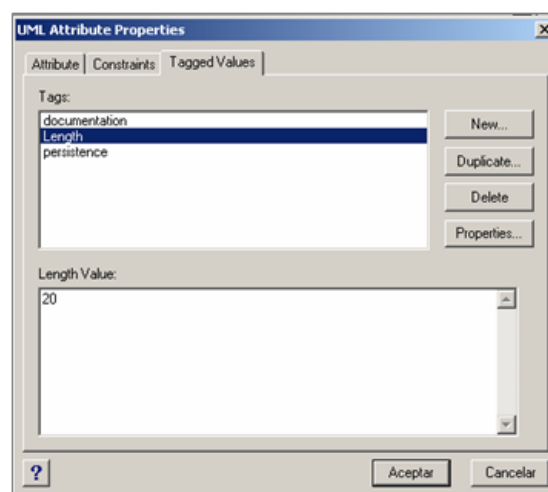
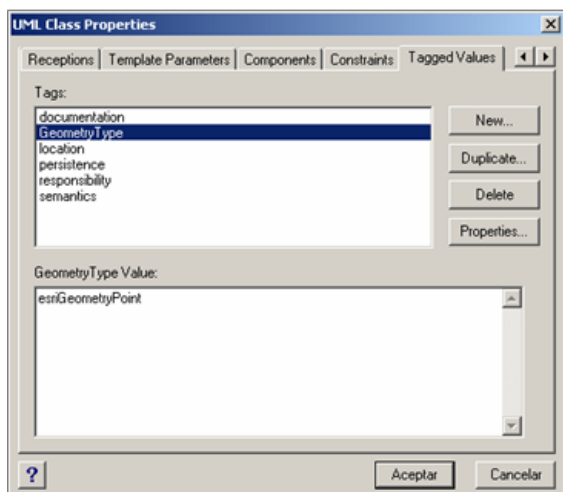


Figura 16: Panells d'atribució de valors d'etiqueta. El de l'esquerra correspon a la geometria d'un *Feature*, mentre que el de la dreta a la longitud d'un camp concret.

Les relacions espacials existents entre les entitats d'un mateix *Dataset* es poden estipular mitjançant una relació binària, connectant ambdós *Features* i especificant els camps de relació i la cardinalitat.

Object Class

Un Object Class és una col·lecció d'objectes no espacials en format de taula que comparteixen atributs. És a dir, un compendi d'elements amb els mateixos atributs i integrants d'una mateixa temàtica que, per la seva naturalesa o per decisió de disseny, no tenen presència física en l'espai. No són doncs objectes geogràfics, si no entitats conceptuals relacionades amb aquests i entre si alfanumèricament, igual que els *Feature Class*, però sense que els vincles es manifestin en l'espai.

Per aquest motiu, i a diferència d'un *Feature Class*, un *Object Class* no pot trobar-se formant part d'un *Dataset*. Cal crear un paquet independent on declarar-los al Workspace, a dins del qual es fan confluïr totes les classes a una "ESRI Class: Object", de la mateixa manera com s'ha procedit amb els *Features* geomètrics. El resultat és una organització de taules relacional, amb la tipologia d'atributs definida, les quals hereten el camp OID, vinculades entre si mitjançant, de nou, relacions binàries.

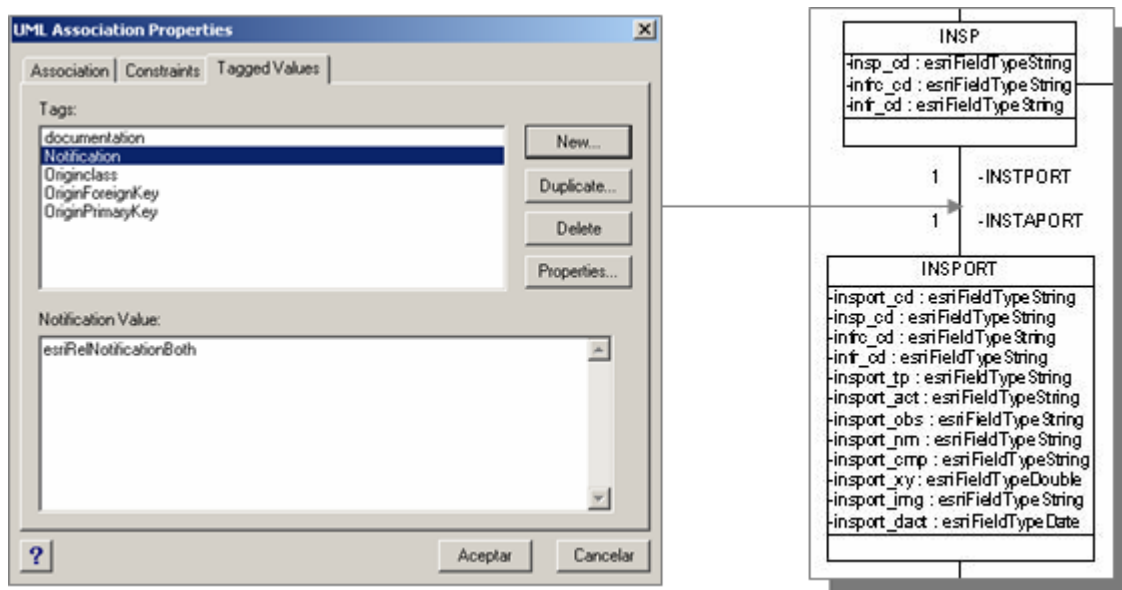


Figura 17: Detall de les propietats d'etiqueta de les relacions binàries del model.

En la seva implementació els *Object Class* queden emmagatzemats penjant de l'arrel de la GeoBase de dades, essent el seu procediment de càrrega similar al d'un *Feature Class*.

Relacions no espacials

Un cop vistos els *Datasets*, el seu interior i les taules del sistema, només queda explicar el procediment per el qual s'uneixen els objectes cartogràfics amb les entitats purament alfanumèriques. El contingut del darrer paquet del Workspace, anomenat "Relacions", és precisament la suma del total de connexions existents entre ambdós dominis.

La funcionalitat de MS Visio permet que al cridar una entitat cap el nou espai de treball "Relacions" aquesta arrossegui també els seus nexes amb d'altres objectes associats. Això simplifica aquest procés i permet vincular més fàcilment dues entitats de dos *Datasets* diferents. De la mateixa manera que amb els *Feature Class* i els *Object Class* es defineixen les relacions binàries que contempla el disseny lògic, però en aquest cas no és necessari conduir els objectes cap a una instància superior via generalització, doncs les relacions són cossos abstractes i, com a tals, quedaran emmagatzemats també a l'arrel de la GeoBase de dades, però a l'exterior dels *Datasets*.

Al final d'aquest procés queden doncs declarades les relacions entre elements espacials i tabulars i també entre objectes cartogràfics de dominis diferents. La construcció de la base de dades finalitza en aquest punt i queda llesta per a implementar-la.

2.6.3.- Diagrama del model UML (Annex III)

Els diagrames generats per a la construcció de la base de dades s'annexen en pàgines desplegable al final del document. En el suport digital es poden consultar aquests mateixos diagrames amb millor resolució en format *.jpg, així com el propi arxiu MS Visio.

2.7.- IMPLEMENTACIÓ

La construcció del sistema arriba a la seva fase final amb la implementació. Aquest procediment es pot explicar com la suma d'accions que fan possible la instauració del model físic a la plataforma gestora de dades local del SIG_L i, en estadis posteriors, a un SGBD apte per a l'explotació via servidor. Consisteix en traslladar tota la compartimentació conceptual i especificacions generades fins al moment a un nivell real, originant l'estructura d'emmagatzematge pròpiament dita a punt per a rebre el contingut i respondre als objectius d'explotació.

En primera instància cal engendrar el que es podria definir com el motlle que donarà forma a la base de dades, el repositori. Posteriorment es migra a un *Geodatabase* personal buida, creada amb ArcCatalog on, finalment, serà possible carregar els SHAPE's i les taules obtenint així els *Features* definitius. A continuació es detallen aquests procediments que desemboquen en el SIG_L plenament implementat.

En realitat, i degut a la particularitat de l'operació de carrega d'informació, s'han generat dos repositoris d'igual contingut però amb una diferència substancial: la presència de relacions declarades. La raó d'aquest procediment s'ofereix en l'apartat 2.8.2 (pàgina 62) , doncs té més a veure amb les característiques del sistema d'importació que amb el mateix repositori.

2.7.1.- El repositori

Repositori és un terme utilitzat en el domini de les eines CASE, i que es defineix com la base de dades fonamental d'un sistema. El seu contingut no només encripta la compartimentació que s'ha descrit en el model físic, si no que també des a les especificacions estructurals necessàries inherents al seu comportament.

En el cas del SIG_L aquest és un arxiu .mdb, obtingut des de MS Visio a través de la funcionalitat del llenguatge UML. Automàticament exporta tota la informació compresa en el disseny físic d'acord amb el model UML ArcInfo especificat prèviament, generant el repositori que des del mateix MS Visio es pot analitzar en termes d'estructura semàntica.

MS Visio ofereix en el seu menú d'eines una sèrie de Macros dins els quals es troba el configurat especialment per a ESRI. L'aplicació "*Semantics_Checker*" localitza els errors del repositori objectiu i n'elabora un informe que cal revisar per tal de corregir abans de procedir a la seva importació. De fet ArcCatalog no permet la implementació d'un repositori amb errors, garantint així la consistència de la GeoBD final.

Aquest mateix informe, a banda dels errors, també inclou un formulari d'alertes (adjunt també en el document digital amb el nom "Warnings.pdf), o punts susceptibles de generar conflictes en l'estructura. Aquests són relatius als valors definits com a "*Tagged values*" (o valors d'etiqueta) dels atributs i les propietats de les classes en el model físic, és a dir, etiquetes dels valors que hauran de presentar els registres de la BD. S'han estudiat aquests "warnings" i es conclou que no comprometen el correcte funcionament del sistema, així que no representen cap risc per a la seva implementació. Tot i així és recomanable, durant la càrrega de dades, procedir tenint en compte la flexibilitat que s'ha mostrat en aquest aspecte, i validar cada capa d'informació inclosa d'acord amb les especificacions d'aquestes alertes.

Resumint, la finalitat de crear el repositori adjunt en la memòria (Annex IV, suport digital) és la següent:

- Emmagatzematge: és un contenidor de l'estructura de la base de dades fins al seu nivell més profund. Compren les entitats i el comportament de les seves relacions, passant per la tipologia de tots els atributs que s'hi podran trobar.
- Integritat i actualització: inclou funcions per a validar les entrades efectuades en les actualitzacions que assegurin la consistència de les relacions entre objectes. Permet, doncs, l'actualització per lots d'edició de l'esquema de la BD.

- Reutilització i portabilitat: el repositori es pot executar des d'altres programes o SGBD obtenint la mateixa funcionalitat. Es pot rescatar tantes vegades com es desitgi des de la plataforma d'ArcGIS.

En realitat, les possibilitats intrínseques de generar un repositori, i per extensió de la utilització de tecnologia CASE, són molt més diverses que les descrites i emprades al llarg del desenvolupament d'aquest projecte. Es factible documentar tot el procediment d'elaboració d'un sistema, incloure manuals d'usuari, establir mecanismes de seguretat (claus d'accés, control de modificacions, etcètera) i tot un conjunt de tasques involucrades en el procés de creació de nous aplicatius. No obstant, per a la construcció del SIG_L s'ha seguit una estratègia més pragmàtica en aquest sentit, utilitzant únicament aquelles parts que poden proporcionar solucions als requeriments d'implementació. Els treballs complementaris a abordar en aquest àmbit, i que probablement repercutiran en una consecució més elegant del producte final, s'enfoquen com a accions de futur un cop el sistema presenti tot el seu potencial operatiu i el personal al càrrec del seu desenvolupament estigui més familiaritzat amb les eines CASE.

2.7.2.- Importació de l'esquema BDC

Tot el procés de creació de la base de dades ha seguit la ruta explicada fins aquest punt donada la possibilitat que ofereix ArcGis, a través del seu component ArcCatalog, d'importar els repositoris UML de l'entorn CASE. L'eina "*Schema Wizard*", dins del menú d'eines CASE, permet explorar el sistema per anar a trobar el repositori i transferir-lo a l'interior d'una Geodatabase buida, en aquest cas del tipus personal.

Primerament, doncs, cal disposar d'aquest espai buit. A l'arrel d'ArcCatalog es crea una nova "*Personal_Geodatabase*", ja que tot el procés de càrrega, així com els tests funcionals, es realitzaran localment des de la màquina que s'està treballant. Ara sí, mitjançant la funció "*Schema Wizard*" es pot introduir tota la informació que codifica el repositori al seu interior, realitzant-se en aquest moment una darrera comprovació de la seva estructura i impedit-ne la implementació en cas de que existeixi algun error.

Aquest esquema no és hermètic i es pot modificar amb els instrument clàssics d'ArcCatalog, però s'estima que la versió extreta directament del repositori ha de satisfer completament la funcionalitat del SIG_L i adaptar-se al procés de càrrega d'acord amb el format de les bases cartogràfiques i alfanumèriques d'origen, prèviament estructurades.

L'èxit del mètode d'importació es manifesta amb la GeoBD constituïda en el directori d'ArcCatalog especificat, sota el nom de SIG_L, i amb l'extensió pròpia de les bases de dades *.mdb.

Aquest arxiu, sobre el qual només manca introduir-hi la informació, és executable des d'Acces per a una vista alfanumèrica, i des de l'entorn d'ArcGIS com a *Geodatabase*.

És aquest un bon moment per a referenciar els *Datasets* que conformen l'univers modelat en el sistema de coordenades adient al marc geogràfic on es manifesten els seus elements. S'ha tingut la precaució de referenciar tots els arxius *SHAPE* en el mateix context, però cal també fer-ho en aquest instant per assegurar la homogeneïtat d'aquesta variable en la base de dades. Aquesta operació es realitza de manera senzilla des del menú contextual dels *Datasets* al mateix ArcCatalog, a les propietats dels quals es pot definir (o importar directament d'un altre *Dataset*) el dàtum vigent en cartografia nacional, fins a la migració definitiva al sistema ETRS89. Aquest és *European Datum 1950* (Elipsoide de Hayford), *Universal Transversa Mercator*, fus horari 31Nord.

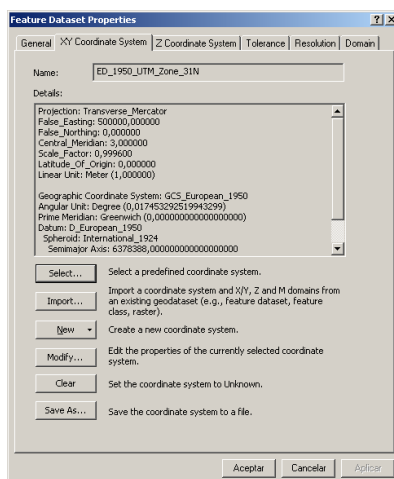


Figura 18: Sistema de coordenades de cada *Dataset*

2.8.- CÀRREGA DE DADES

En aquesta fase del treball l'escenari és el següent: per un costat hi ha el recipient de la base de dades implementat (SIG_L.mdb) segons els procediments descrits i, paral·lelament, la carpeta amb les bases cartogràfiques estructurades geomètrica i alfanumèricament. La informació tabular sense representació espacial es troba en una segona carpeta, i el seu contingut presenta, en la majoria de casos, el format propi de les fulles de càlcul Excel (*.xls), també normalitzat d'acord amb l'estructura i nomenclatura dels camps definits al model físic.

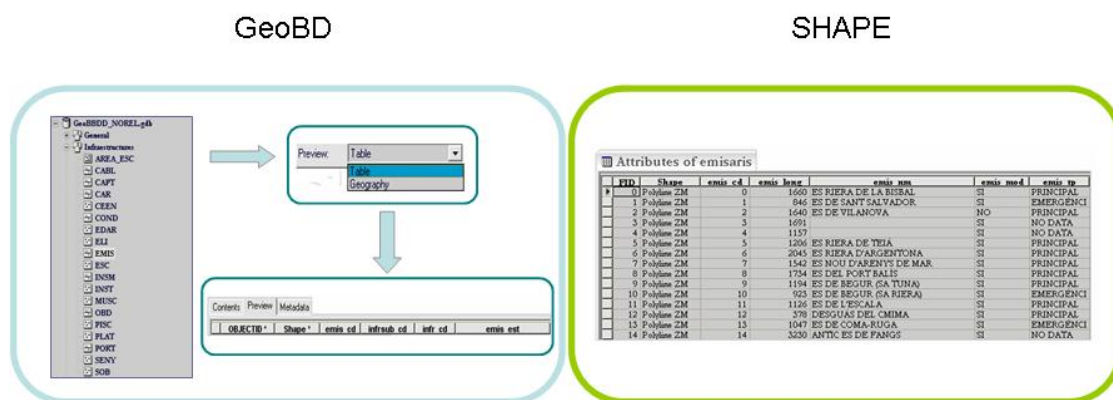
A continuació es descriuen les pautes a seguir per transferir les dades al seu corresponent allotjament final, diferenciant entre la càrrega d'informació espacial i la d'entitats alfanumèriques. Com s'ha indicat anteriorment, en l'apartat de base tecnològica, el bloc relatiu a la BDC d'aquest procés es realitza des de l'extensió d'ArcCatalog, mentre que per al domini alfanumèric es recorre a la funcionalitat de MS Access. Aquestes tasques es poden emprendre amb estratègies diferents a les plantejades, obtenint diversos graus d'automatització del procés, però el fet de no treballar amb una arquitectura de client-servidor amb ArcSDE ni un SGBD multi usuari, i amb l'objectiu de tenir el màxim control sobre la transició, es decideix procedir manualment segons s'especifica en el següent bloc.

2.8.1.- Protocol de càrrega

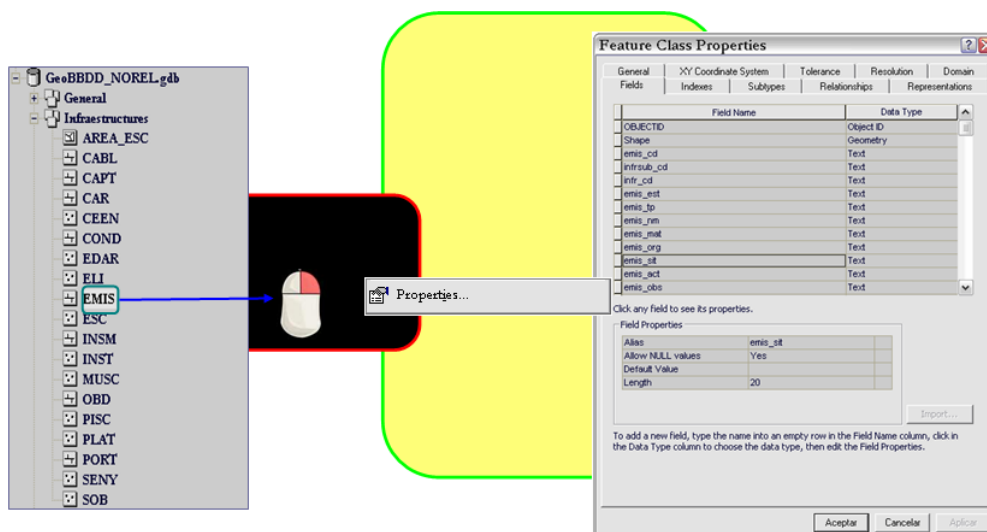
- Càrrega d'un SHAPE

Independentment de la seva geometria cal seguir els passos descrits a continuació per a cada SHAPE que es desitgi incorporar a la GeoBD:

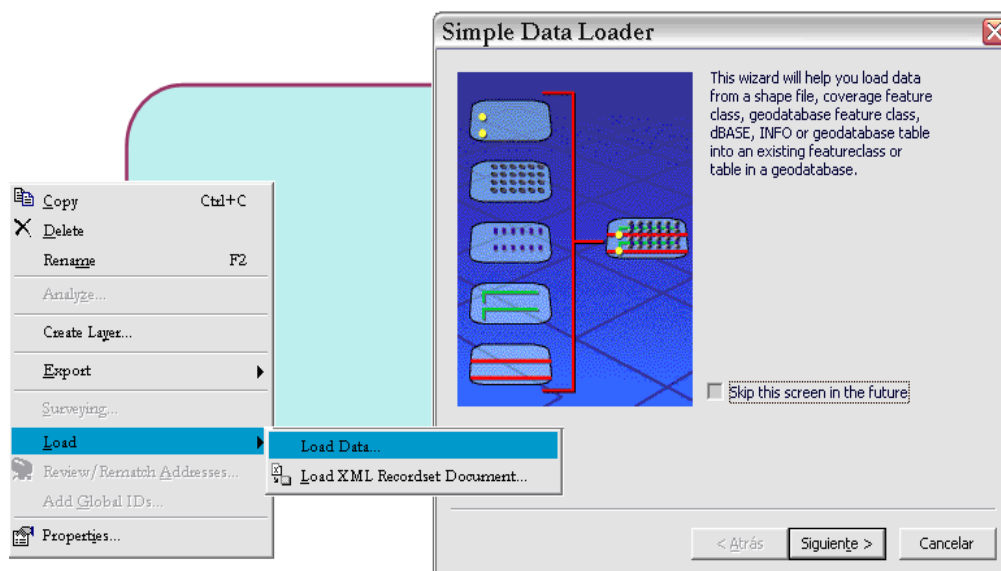
1. Comprovar que l'estructura de la taula és correcta, tant en l'arxiu dBase d'origen com en la classe destí. En aquesta darrera verificar que no hi ha contingut previ.



2. En cas de voler modificar l'estructura i les característiques dels camps que rebran la informació, o bé d'afegir-ne o eliminar-ne algun, cal accedir al menú de propietats del *Feature Class*. També és possible des d'aquesta interfície manipular les relacions establertes per a l'entitat en qüestió, o assenyalar la indexació dels registres. Aquest procediment, no obstant, no és gens recomanable, doncs pot perjudicar l'estructura primera de tota la GeoBD en cas d'alterar camps que ordenen relacions dependents.

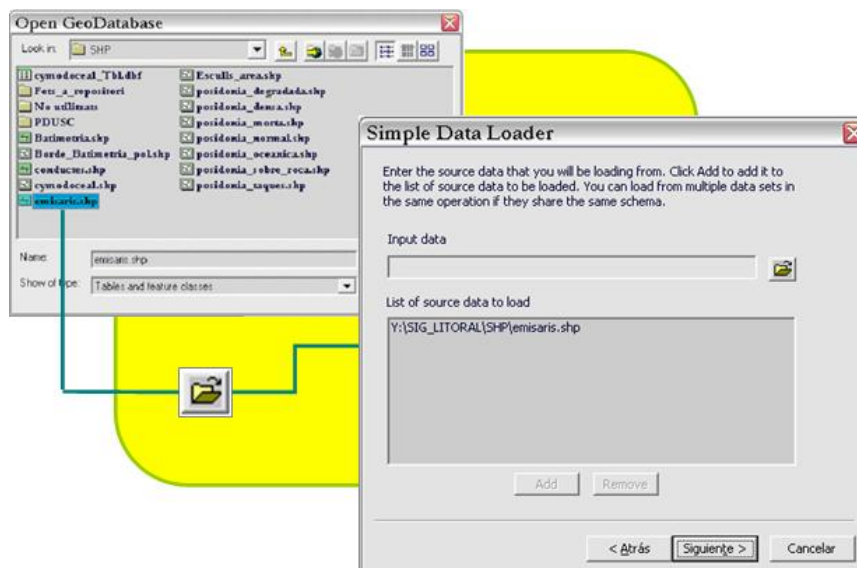



3. El procés de càrrega en sí s'inicia des de l'opció "Load" del menú contextual dels *Feature Class*. L'opció "Load XML Recordset Document" permet importar un arxiu d'aquestes característiques a la GeoBD, amb els avantatges que això comporta i en els quals es recomana aprofundir, però el més habitual serà efectuar la càrrega d'una base cartogràfica generada i emmagatzemada a la pròpia màquina (importació). Així que cal escollir "Load data".

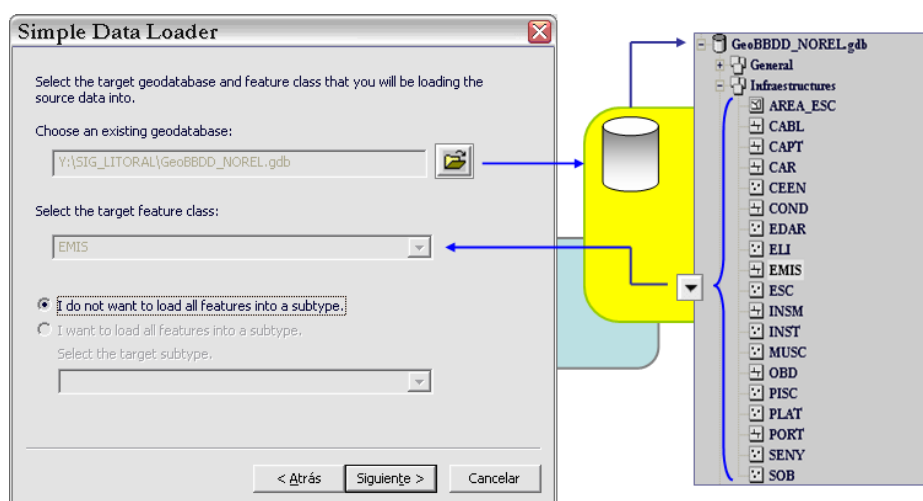


S'inicia aleshores un assistent que guiarà a l'usuari en el mètode de càrrega. Permet incorporar SHAPE's, cobertures i elements d'una altre GeoBD a l'interior dels *Feature Class* destí.

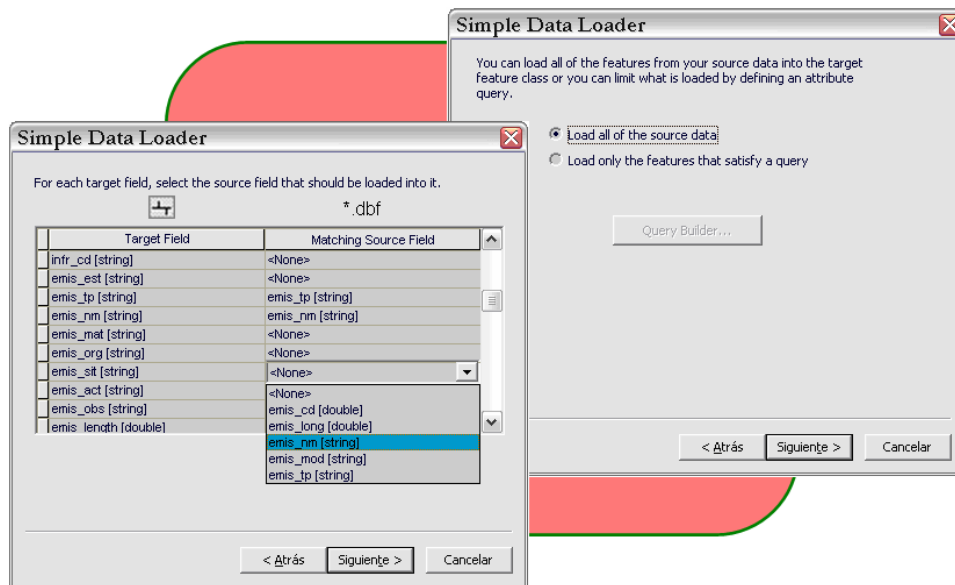
- Des de la següent panell del “Simple Data Loader” es pot navegar per anar a cercar l’arxiu que es vol carregar. Aquest pas es pot repetir fins llistar en el quadre inferior “List of source data to be load” la totalitat d’entitats que conformaran el *Feature*.



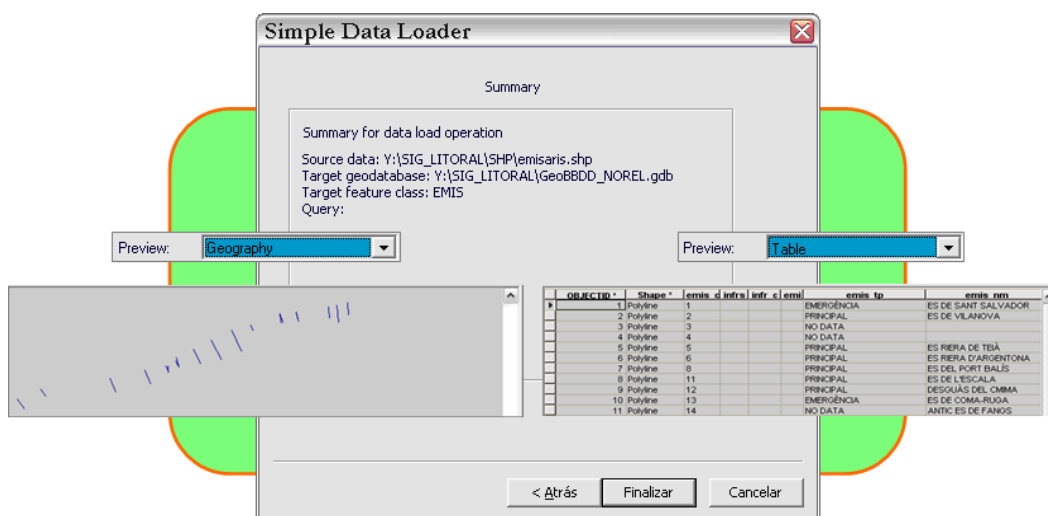
- A continuació s’haurà d’especificar quin *Feature* ha de rebre les dades amb un procediment semblant al del punt anterior. Al prémer el botó  s’obre un explorador que permet anar a cercar la *geodatabase* i, un cop seleccionada, tenir accés al *Feature Class* objectiu mitjançant un desplegable. També en aquesta finestra es dona la possibilitat de carregar la informació a l’interior de subtipus dins del *Feature*, fet que permet posteriorment una gestió més àgil de les dades mitjançant, per exemple, l’especificació de valors per defecte.



6. En el següent pas es demana que s'aparellin els camps del compartiment objectiu (segons especificats en el model físic) amb els del component alfanumèric de la base cartogràfica. Seguidament l'assistent permet filtrar els registres per introduir només aquells que compleixin la condició establerta en una consulta del tipus SQL.



7. Finalitza el procés de càrrega amb una darrera finestra de l'assistent, on s'ofereix un sumari de la font d'origen de les dades carregades, la ruta de la *geodatabase* i la classe d'element destí de la informació. Aquesta es pot ara consultar des de la base de dades definitiva i comprovar que el contingut s'ha transferit satisfactòriament, respectant també l'estructura dels camps.



- Càrrega d'una taula alfanumèrica

Tot i que el procediment de càrrega per a una taula es podria realitzar des d'ArcCatalog seguint un mètode pràcticament idèntic al descrit en l'apartat anterior, a continuació es resumeix la seqüència de migració executada des de MS Access.

El motiu és la disponibilitat per part de tots els membres de l'organització d'aquest programari, mentre que tan sols una màquina disposa del paquet ArcGIS. Així, l'arxiu *.mdb, disponible en una ubicació centralitzada dels servidors interns, pot ser consultat i editat fomentant una participació multi departamental en aquest estadi d'addició de continguts. Evidentment aquesta manera de procedir tan sols és possible des de la responsabilitat dels usuaris a l'hora de confeccionar les taules, i mantenint un control exhaustiu dels canvis efectuats sobre la base de dades.

Els seus administradors hauran d'assegurar-se de definir protocols en aquest sentit, de manera que qualsevol modificació que es dugui a terme es realitzi d'acord amb els criteris de l'estructura lògica del sistema i sigui pertinentment documentada. Tot i que la base de dades és restrictiva en quant al format i tipus de registres que accepta, es recomana no estalviar esforços en la formació dels col·laboradors involucrats en aquesta feina.

Si ve és cert que aquesta forma de procedir pot suposar un compromís per a la integritat del sistema, també es valora la implicació del personal en aquesta fase com un factor positiu, doncs ha de servir com a tasca vehicular per al coneixement de l'eina i redundar en l'acceptació del projecte com un nou instrument d'ús intern.

El protocol en aquest cas és igual de simple:

1. Es parteix d'un compartiment buit a la base de dades d'Access, i una taula (normalment un full de càlcul d'Excel, encara que també podria ser Access, o un arxiu *.dbf, *.txt, etcètera). Comprovar que no hi ha registres en la taula destí i que el format de la font d'origen s'escau a la seva estructura de camps, així com al tipus d'atributs requerit.

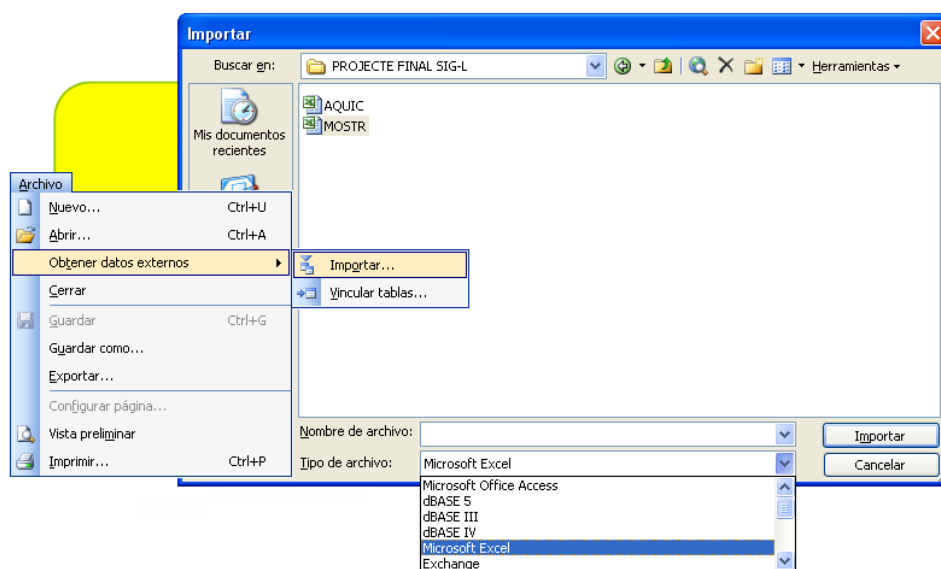
Dades originals

Base de dades

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|-----------|------------|-----------|------------|----------|-----------|----------|-------------|------------------------------|
| | mostri_cd | mostri_ref | mostri_tp | mostri_pro | mostri_x | mostri_y | mostri_z | mostri_data | mostri_obs |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | 25-854-P | SED 25 | SEDIMENT | P12018 | 515984.1 | 4673146.3 | 10 | 22/08/2007 | 3 Repliques |
| 3 | 25-855-P | SED 25 | SEDIMENT | P12018 | 515984.1 | 4673146.3 | 10 | 22/08/2007 | 3 Repliques |
| 4 | 25-855-P | SED 25 | SEDIMENT | P12018 | 515984.1 | 4673146.3 | 10 | 22/08/2007 | 3 Repliques |
| 5 | 18-135-D | BEN 18 | BENTOS | P09786 | 466209.3 | 4600546.3 | 25 | 08/03/2009 | Raspall |
| 6 | 18-132-L | AIG 18 | AIGUA | P09786 | 466209.3 | 4600546.3 | 5 | 08/03/2009 | O2 dissolt 1 de 3 en columna |
| 7 | 18-132-L | AIG 18 | AIGUA | P09786 | 466209.3 | 4600546.3 | 10 | 08/03/2009 | O2 dissolt 2 de 3 en columna |
| 8 | 18-132-L | AIG 18 | AIGUA | P09786 | 466209.3 | 4600546.3 | 15 | 08/03/2009 | O2 dissolt 3 de 3 en columna |
| 9 | 15-201-M | MO 15 | MO | P88753 | 395384.7 | 4560771.3 | 21 | 11/05/2009 | Matèria Orgànica |

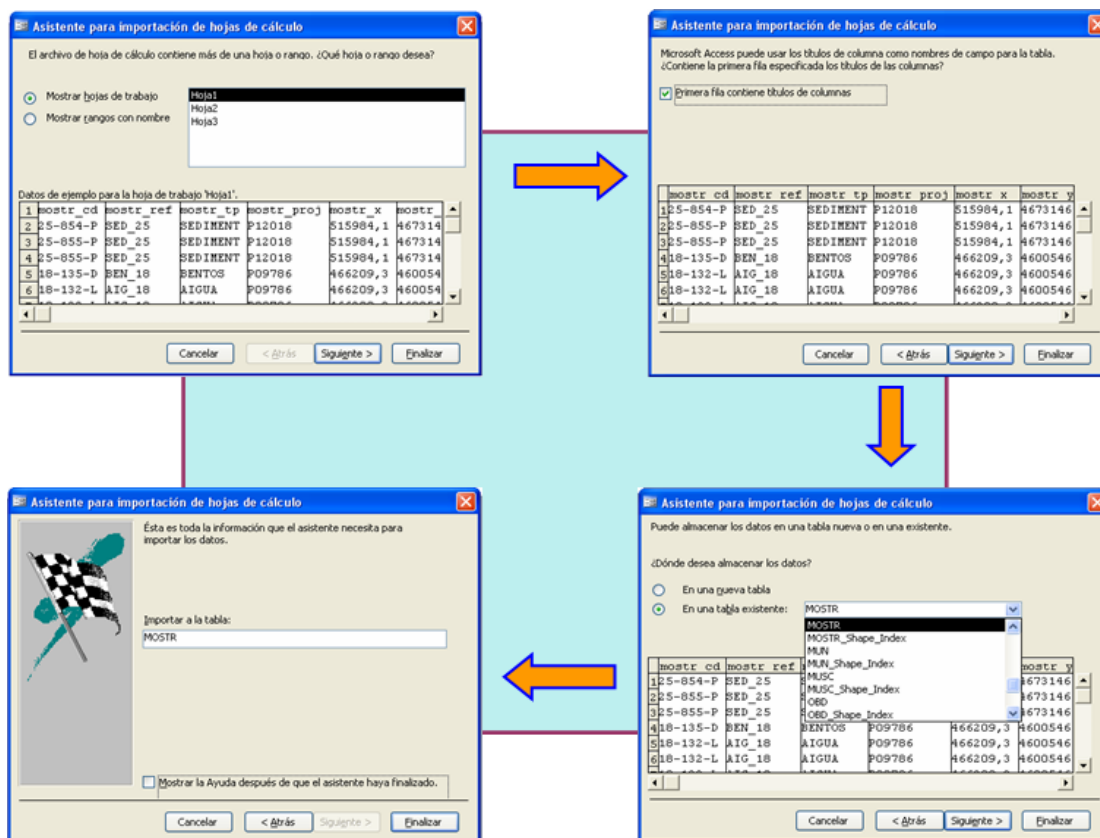
2. Per a transferir les dades d'una taula a l'altra cal anar al menú "Arxiu", desplegar el submenú "Obtenir dades externes" i fer click sobre l'opció "Importar". "Vincular taules", l'altra possibilitat per a migrar continguts, pot ser útil si les dades en qüestió s'han de veure actualitzades contínuament, doncs el resultat d'aplicar aquest mètode suposa lligar ambdues entitats, reflectint els canvis que s'hi efectuin en les dues plataformes. No obstant no es recomana fer ús d'aquest mètode, doncs pot donar origen a errors, i fer una actualització per lots no és costós des del punt de vista de temps invertit.

S'obre aleshores un panell d'exploració que permet anar a trobar la font d'origen de les dades. Com s'observa en la imatge, a la part inferior de la finestra es pot seleccionar el tipus d'arxiu que serà objecte d'importació. Es dona l'opció d'establir una connexió ODBC⁴, fet que pot agilitzar aquest procediment, però en aquest cas es descriu una càrrega manual estàndard, doncs amb tota probabilitat serà la que es realitzarà més habitualment.



3. Els següents passos venen guiats per un assistent d'importació. En primer lloc cal seleccionar la fulla que conté les dades. Es pot especificar, en el cas que la primera fila de la fulla contingui els títols dels camps (molt recomanable), que s'utilitzin com a referència de columna. A la següent finestra ja només cal seleccionar la taula de la base de dades que rebrà els registres activant l'opció "En una taula existent". Amb aquest pas finalitza la càrrega.

⁴ ODBC, de l'anglès Open DataBase Connectivity, és un estàndard d'accés a bases de dades desenvolupat per SQL Access Group el 1992. El seu objectiu és fer possible l'accés a qualsevol dada de qualsevol aplicació independentment del SGBD que l'emmagatzemi.



- Comprovar que el trànsit de les dades s'ha realitzat correctament obrint la taula destí i verificant que l'estructura dels registres i dels camps no s'ha vist alterada pel procés d'importació.

Microsoft Access

SIG_L : Base de datos (Formato de archivo de Access 2000)

Objetos: Tablas, Consultas, Formularios, Informes, Páginas, Macros, Módulos, Grupos, Favoritos

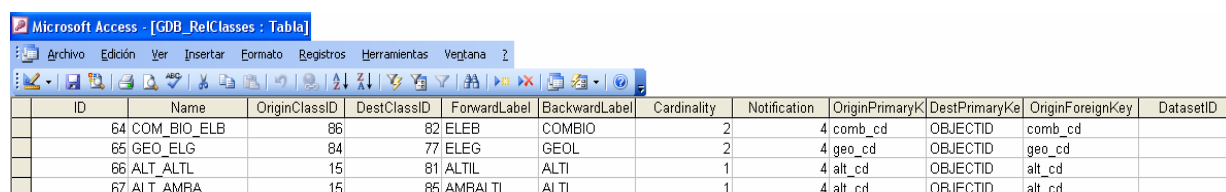
Objetos: LINHIST, LINHIST_Shape_Index, LINIA, LLOT, LLOT_Shape_Index, MDT, MDT_Shape_Index, MOSTR, MOSTR_Shape_Index, MUN, MUN_Shape_Index, MUSC, MUSC_Shape_Index, OBD, OBD_Shape_Index, PAIS, PAIS_Shape_Index, PDUSC, PDUSC_Shape_Index, PORT, PORT_Shape_Index

MOSTR : Tabla

| OBJECTO | Shape | mostr_cd | mostr_ref | mostr_tp | mostr_proj | mostr_x | mostr_y | mostr_z | mostr_data | mostr_obs |
|---------|----------|----------|-----------|----------|------------|-----------|---------|---------|------------|------------------------------|
| 1 | 25-854-P | SED_25 | SEDIMENT | P12018 | 515984,1 | 4673146,3 | 10 | | 22/08/2007 | 3 Réplicas |
| 2 | 25-855-P | SED_25 | SEDIMENT | P12018 | 515984,1 | 4673146,3 | 10 | | 22/08/2007 | 3 Réplicas |
| 3 | 25-855-P | SED_25 | SEDIMENT | P12018 | 515984,1 | 4673146,3 | 10 | | 22/08/2007 | 3 Réplicas |
| 4 | 18-135-D | BEN_18 | BENTOS | P09786 | 466209,3 | 4600546,3 | 25 | | 08/03/2009 | Raspat |
| 5 | 18-132-L | AIG_18 | AIGUA | P09786 | 466209,3 | 4600546,3 | 5 | | 08/03/2009 | O2 disolt. 1 de 3 en columna |
| 6 | 18-132-L | AIG_18 | AIGUA | P09786 | 466209,3 | 4600546,3 | 10 | | 08/03/2009 | O2 disolt. 2 de 3 en columna |
| 7 | 18-132-L | AIG_18 | AIGUA | P09786 | 466209,3 | 4600546,3 | 15 | | 09/03/2009 | O2 disolt. 3 de 3 en columna |
| 8 | 15-201-M | MO_15 | MO | P88753 | 355384,7 | 4550771,3 | 21 | | 11/05/2009 | Maten Orgànica |

2.8.2.- Dues bases de dades, una funcionalitat

Tal i com s'apunta en l'apartat 2.7 (El repositori), s'han generat dues bases de dades diferents. En realitat la única distinció entre elles és la presència declarada de relacions que vinculen les entitats, manifestant-se en la BDC amb les corresponents *Relationship Class* i en l'arxiu *.mdb amb el contingut necessari de certes taules que les fan possibles.



| ID | Name | OriginClassID | DestClassID | ForwardLabel | BackwardLabel | Cardinality | Notification | OriginPrimaryK | DestPrimaryKe | OriginForeignKey | DatasetID |
|----|-------------|---------------|-------------|--------------|---------------|-------------|--------------|----------------|---------------|------------------|-----------|
| 64 | COM_BIO_ELB | 86 | 82 | ELEB | COMBIO | 2 | 4 | comb_cd | OBJECTID | comb_cd | 4 |
| 65 | GEO_ELG | 84 | 77 | ELEG | GEOL | 2 | 4 | geo_cd | OBJECTID | geo_cd | 4 |
| 66 | ALT_ALTIL | 15 | 81 | ALTIL | ALTI | 1 | 4 | alt_cd | OBJECTID | alt_cd | |
| 67 | ALT_AMBA | 15 | 85 | AMBALTI | ALTI | 1 | 4 | alt_cd | OBJECTID | alt_cd | |

L'explicació d'aquesta manera de procedir cal cercar-la en el mètode de càrrega de dades i les seves particularitats. Quan dues entitats, A i B, estan vinculades mitjançant els seus atributs, ArcCatalog no permet l'entrada de registres si aquests no troben la correspondència que s'ha declarat prèviament en el model físic. És a dir, si un camp de la taula A compleix la funció de clau forània respecte la taula B, i la taula B encara no té inserits els registres als quals fa referència, en el moment d'introduir les dades en A es produeix un error de coherència en la relació que atura la càrrega. El mateix passaria en la direcció contrària: B no pot rebre contingut si la relació estipulada no es satisfà en A.

Aquest fet seria evitable en el cas de poder carregar de manera simultània, en el mateix instant, totes les entitats que participen d'una mateixa relació, però com això no és possible cal cercar una solució que permeti introduir les dades respectant els seus vincles.

Es pot donar resposta a aquest problema mitjançant la supressió de totes les relacions en el model físic de la base de dades i generant un repositori que reflecteixi aquests canvis. Implementar aquest segon repositori suposa obtenir una base de dades on només hi consten les diferents entitats com a elements individuals i independents dels seus veïns i que, per tant, no són susceptibles a presentar irregularitats en la seva càrrega.

Un cop efectuada la transferència de tots els continguts, cartogràfics i alfanumèrics, a aquests blocs aïllats que, cal recordar-ho, no deixen de presentar la mateixa estructura que els seus homòlegs de la base de dades relacional, la transició cap al sistema definitiu es dur a terme superposant ambdós models.

Aquesta operació és senzilla des d'ArcCatalog. Tan sols cal exportar el repositori d'aquesta base de dades relacional a sobre de la GeoBD, la qual s'ha omplert prèviament amb tot el contingut d'informació disponible.

En aquest moment les relacions entre entitats es veuen complertes, ja que els registres introduïts es localitzen mútuament, desenvolupant el seu rol corresponent en funció del camp que ocupen.

El resultat és una base de dades que uneix els diferents dominis del sistema, llesta per oferir la funcionalitat esperada.

2.8.3.- Ordenació topològica – Funcionalitat “New Topology”

En una GeoBD, la topologia és el conjunt de disposicions que defineixen la manera en la que punts, línies i polígons comparteixen geometries coincidents. En termes generals es pot dir que millora la gestió de les dades espacials, doncs permet dictar i fer complir normes que garanteixin la seva integritat.

La utilització de la topologia es pot concebre com un mecanisme de control sobre les dades, alhora que ha d'avaluar les representacions cartogràfiques regides per aquest ús, sempre que les regles estipulades siguin vàlides i coherents amb la informació que ordenen.

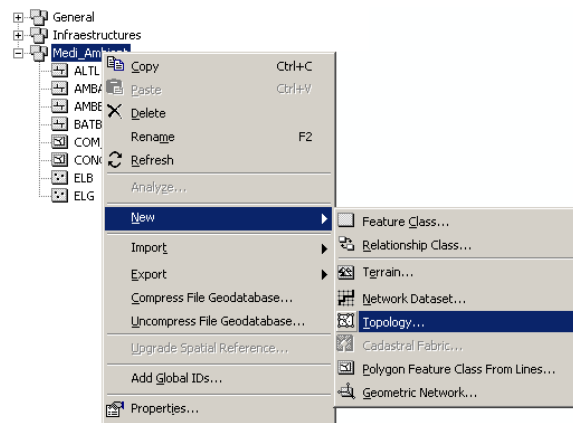
A través seu es poden modelar relacions espacials entre els diferents elements, ampliant les possibilitats de les operacions analítiques sobre l'espai i del geoprocés, i al mateix temps evitar que apareguin errades en la seva representació de la realitat, fet que dona un caràcter preventiu a la seva utilització.

Queda clar, doncs, que emprar la topologia com a eina de suport proporcionarà al sistema una major consistència i funcionalitat. Abans d'aplicar-la, però, cal conèixer dos aspectes relatius al marc on pot operar.

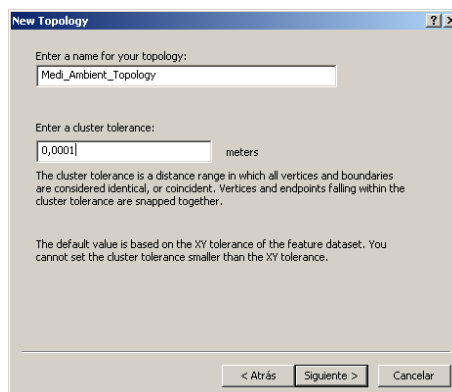
- ⇒ Tan sols es pot declarar una classe de topologia a l'interior d'un *Dataset*.
- ⇒ Tots els elements que intervenen en la topologia han de compartir el mateix sistema de referència.

- **Procediment d'implantació**

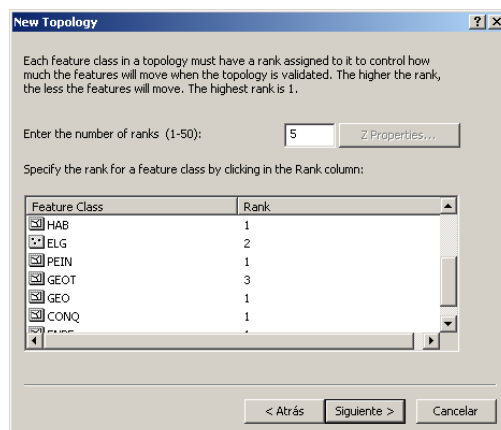
1. A l'interior dels *Datasets*, i mitjançant el menú contextual, es crea una classe de topologia, que quedarà emmagatzemada com si es tractés d'un *Feature* més.



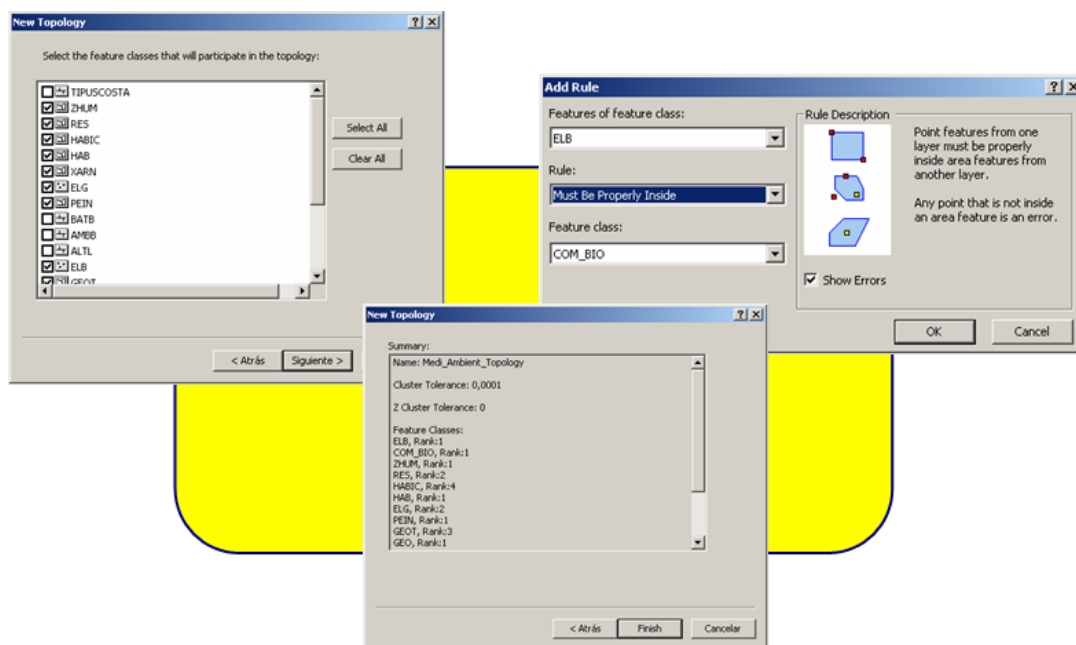
2. Seguidament cal especificar la *cluster tolerance*, o tolerància d'agrupació. Aquest concepte es defineix com la distància mínima tolerable entre les geometries primitives. Els vèrtexs que es trobin separats entre si per una distància inferior a la fixada per aquest paràmetre es fusionaran en un de sol durant el procés de validació topològica.



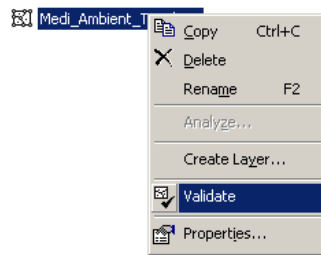
Aquest valor es determina en funció de l'escala de representació gràfica de tots els elements i de la precisió que es desitgi per a l'estructura topològica del sistema. En aquest cas s'ha utilitzat el valor que ArcGIS aconsella per defecte, de 0.0001 metres. La *cluster tolerance* està relacionada amb un segon concepte que també cal especificar més endavant, el de *Coordinate accuracy ranks*. De manera semblant, aquest paràmetre permet estipular la prioritat entre *Features* per ajustar-se a la *cluster tolerance*. Es a dir, es tracta d'un valor qualitatiu que ordena a les classes participants de la topologia de manera que els elements amb valors més baixos mantinguin la seva morfologia per davant d'altres amb valors superiors afectats per la tolerància d'agrupació.



- Es seleccionen aleshores les classes que participaran en les restriccions topològiques i les normes que ajudaran a estructurar les relacions espacials entre ells. El detall d'aquestes regles es pot veure en el pre disseny de la BDC, adjunt en l'Annex III (suport digital), mentre que la seva explicació es pot consultar en el manual d'ajuda de la pàgina web d'ESRI (<http://webhelp.esri.com>). Seguidament, l'assistent de la classe topològica ofereix un sumari de les especificacions realitzades.



- Validació: un cop especificades les regles estàndard de compliment per a les geometries del sistema només resta validar-les sobre les dades. Des de la topologia creada (a la qual també s'ha nombrat en funció del *Dataset* que regula), s'accedeix al menú contextual amb un clic dret i s'escull l'opció "Validate".



Aquest procés desencadena les següents tasques sobre el *Features* implicats:

- Fusió dels vèrtex segons proximitat de *cluster tolerance*, considerant els afectats com a geometries coincidents.
- Inserció dels vèrtex amb coordenades comuns dins dels *Features* que comparteixen geometria.
- Execució del test d'integritat per la localització de les violacions de les normes definides en la topologia.
- Generació d'un registre d'errors potencials detectats dins del *Dataset*.

La validació de la topologia es recomanable fer-la cada cop que hi ha algun tipus de procés d'edició sobre les dades, se n'afegeixin de noves o bé si es decideix modificar les normes descrites en el punt 3.

5. La revisió topològica es realitza des d'ArcMap, mitjançant la eina "*Topology Error Inspector*". La correcció dels errors es pot afrontar des de diferents estratègies en funció de la seva mida, o més ben dit, de la quantitat de vèrtex (o punts) afectats.
 - Si el domini de l'error és molt gran es pot fer ús de les eines de geoprocés d'ArcToolBox per a modificar els *Features*. Instruments com *Clip* o *Merge* ajuden a simplificar aquestes correccions.
 - També es pot donar en un grau intermedi, on es valora la necessitat de redefinir el SHAPE d'origen. Si la quantitat d'edició que s'hi ha de dur a terme és molt gran la millor opció sol ser modificar l'arxiu amb AutoCAD, ja que aquest ofereix un entorn més còmode que el d'ArcMap.
 - Finalment pot interessar l'acceptació d'alguns errors, doncs no impliquen cap segment de la informació que pugui alterar operacions d'anàlisi posteriors. En aquest cas, i un per un, aquest errors són registrats com excepcions dins de la topologia.

3.- RESULTATS

3.1.- Infraestructures marines i submarines presents dins dels espais PEIN.

L'objectiu és localitzar aquells elements del *Dataset* Infraestructures (concretament aquells que es manifesten en la superfície marina o sota la mateixa), que es troben a l'interior de les zones delimitades dins del Pla d'Espais d'Interès Natural aprovat pel Govern de la Generalitat de Catalunya.

Per a fer-ho cal col·lapsar aquesta delimitació amb la cartografia disponible per a l'àmbit esmentat, és a dir infraestructures marines i submarines. Aquesta senzilla operació d'anàlisi espacial vol ser representativa de totes aquelles en les quals el factor geogràfic pugui ser interpretat per el client com el nexa entre les entitats, però també es podria realitzar una consulta el retorn de la qual fos un registre alfanumèric, sempre i quant els *Datasets* estiguin connectats per les relacions especificades en el model físic. Per exemple, es pot accedir a les infraestructures costaneres i terrestres (*Dataset* Infraestructures) presents en el Pla Director Urbanístic del Sistema Costaner (*Dataset* Usos), mitjançant l'entitat Àrees de Concessió d'Infraestructures.

A continuació s'exposen dues vistes en detall dels resultats obtinguts amb aquesta operació, així com l'extracte d'una taula que reflexa la mateixa solució en un suport alfanumèric:



Mapa de posició de les figures 1 i 2.

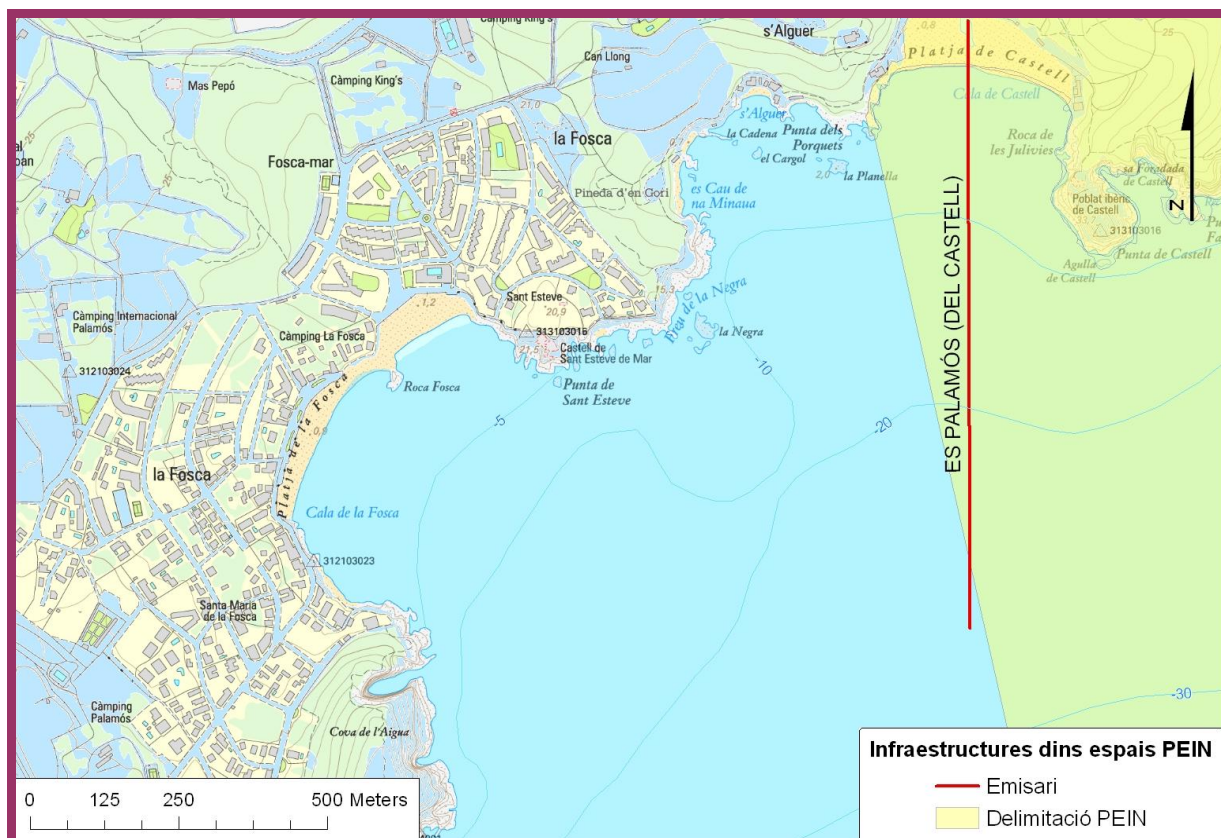


Figura 1: Emissari submarí del Castell, al terme municipal de Palamós, parcialment ubicat dins del PEIN Castell-Cap Roig.

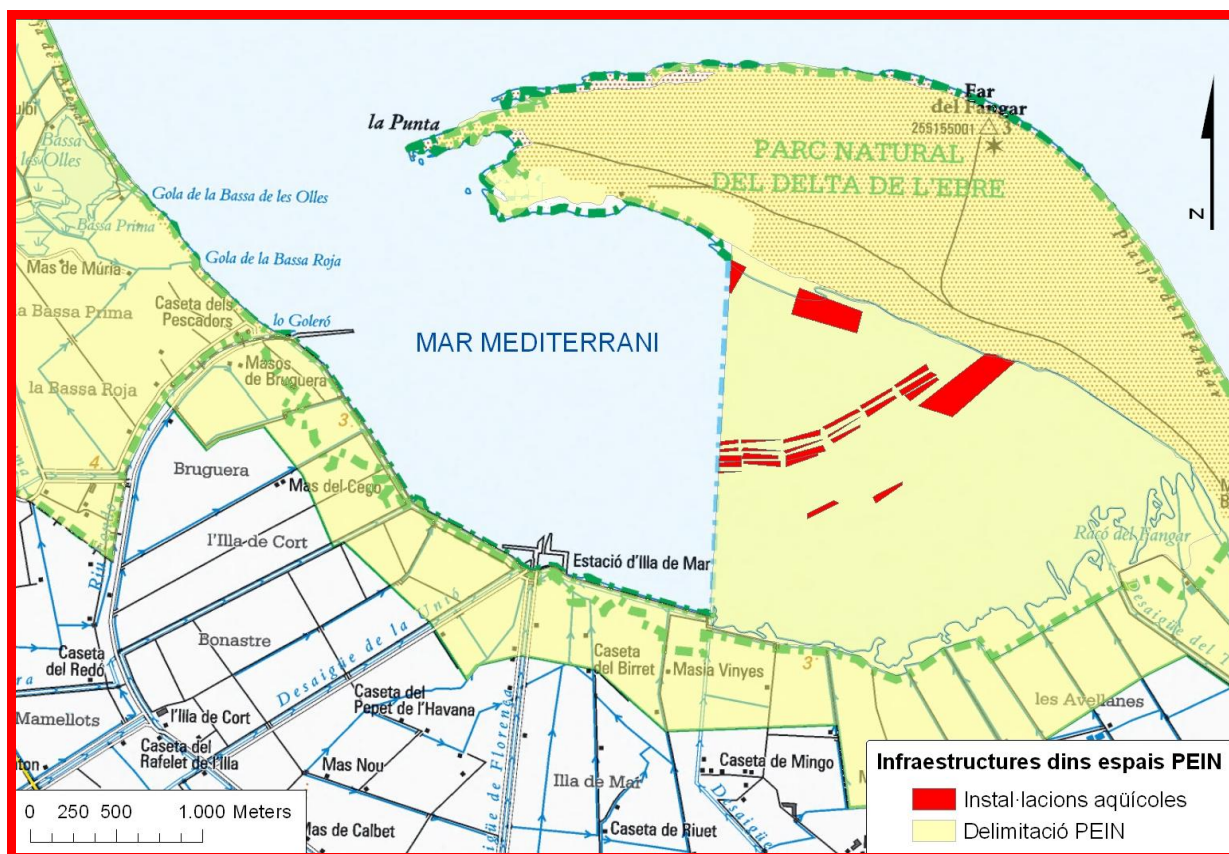


Figura 2: Retall de les instal·lacions de cultiu de mol·luscs (muscleres) presents a la badia del Fangar, dins l'àmbit del Parc Natural del Delta de l'Ebre.

Les àrees escullars, considerades dins de l'àmbit d'infraestructures submarines, s'ubiquen dins dels diferents PEIN's tal i com es llista en la taula extreta dels atributs associats a la capa generada per a l'exploració proposada.

| CODI AREA_ESCULLAR | CODIPEIN | NOM_PEIN | DISPOSICIÓ LEGAL | DELIMITACIÓ | INSTRUMENT |
|--------------------|----------|---------------------------|----------------------|-------------|-------------------------|
| I2_AE_012 | BGM | Muntanyes de Begur | peindoc\espna035.txt | No | Reserva Marina Integral |
| I2_AE_014 | | | | | |
| I2_AE_038 | CCR | Cap de Creus | peindoc\espna062.txt | Si | Parc natural |
| I2_AE_042 | | | | | |
| I2_AE_051 | CSC | Cap de Santes Creus | peindoc\espna040.txt | En tràmit | Pla especial en tràmit |
| I2_AE_060 | RJP | la Rojala-Platja del Torn | peindoc\espna059.txt | Si | Pla especial |
| I2_AE_063 | | | | | |
| I2_AE_065 | | | | | |

Figura 3: Fragment de la taula vinculant dels codis d'àrees escullars amb els PEIN's en els quals es troben inscrites, total o parcialment, i certa informació relacionada amb aquests.

3.2.- Consultes per al suport en la recerca, elaboració de nova informació per als productes de Litoral Consult, o identificació d'antecedents generats en el marc de l'Organització.

L'objectiu és plasmar amb tres casos pràctics com els diferents departaments poden utilitzar el SIG_L com a eina de recerca dels propis recursos, disponibles abans en fonts aïllades, i interrelacionar-los a la seva conveniència amb la nova informació inventariada per a una visualització de resultats. Aquests resultats, alhora, poden ser extrets en formats publicables, ja siguin cartogràfics, alfanumèrics o d'altres derivats, com per exemple gràfics estadístics.

En el primer cas s'utilitza la taula de projectes elaborats amb la participació de Litoral Consult per a representar en un mapa la presència de l'organització en el territori. Aquesta taula, al mateix temps, està vinculada amb la de mostratge, contenint totes les entrades efectuades al laboratori de l'empresa. Mitjançant una senzilla consulta es pot extreure en format gràfic i/o tabular qualsevol informació relativa a aquestes mostres (tipus de mostra, resultats de les diferents anàlitzes realitzades, data, observacions, etcètera), a més de la seva posició exacta mitjançant els camps x, y i z, en cas de disposar dels seus registres la mostra en qüestió.

Per respecte a la privacitat deguda als clients de Litoral Consult a continuació es presenten tan sols les dades relatives a la distribució espacial dels projectes realitzats per l'empresa i que han requerit la presa d'una o més mostres de sediment.



Figura 4: Mapa destacant els municipis on s'han realitzat mostres de sediment per a l'elaboració de projectes de Litoral Consult.

Sense deixar de banda l'àmbit del mostratge, a continuació es realitza una operació que simbolitza la funcionalitat del sistema per a un ús intern en un context més funcional. Es tracta de localitzar la posició relativa dels punts de mostratge (filtrant els resultats per a mostres d'aigua, organismes i sediments) dins d'una àrea d'influència de 2000 metres respecte la disposició de la xarxa d'emissaris submarins.

Aquests resultats es podrien obtindre fàcilment mitjançant l'aplicació d'un “buffer”, però pot ser interessant disposar de les distàncies i els angles de tots aquests punts respecte els emissaris influents per a poder dur a terme un anàlisi correlatiu amb l'efecte de les marees i corrents locals i els seus vectors d'acció.

S'aplica doncs una tècnica d'anàlisi espacial que genera una nova capa amb aquests atributs de proximitat i posició, a més de representar-se els resultats visualment. Mitjançant un posterior anàlisi estadístic (*sumarize*) es poden extreure d'aquesta taula tantes variables com es desitgin, sumatoris, mitjanes, valors màxims i mínims, etcètera. Una posterior importació dels registres a MS Excel permet treballar aquests resultats per adequar-los a un format publicable, juntament amb la cartografia generada en primera instància.

| Atributos de summarize_proximitat | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------|---------|--------------|-----------|------------|----------|--------|---------|------|------------|--------------|
| emis_nm | | DISTANCIA | ANGLE | MOSTR CD | MOSTR REF | MOSTR TP | PROJECTE | X | Y | Z | DATA | OBSERVACIONS |
| ES DEPURADORA DEL LLOBREGAT | | 1175 | -141,5° | MA20C | 13/10 | Organismes | P1310 | 430238 | 4571545 | 0 | 18/05/2010 | Nova del 20 |
| DESGUAS DEL CIMMA | | 1176 | 15,3° | PBCN-R1 | 45/09 | Rascat | P1509 | 431866 | 4581346 | -0,2 | 25/06/2009 | |
| DESGUAS DEL CIMMA | | 1176 | 15,5° | PBCNR1 | 39/10 | Rascat | P1310 | 431867 | 4581342 | 0 | 21/07/2010 | |
| ANTIC ES DE FANGS | | 1176 | 52,7° | ZOO-A-05 | | Aigua | P1109 | 435831 | 4583378 | -32 | 01/09/2009 | CTD |
| DESGUAS DEL CIMMA | | 1198 | 73,1° | BCN-S-07(N1) | 33/09 | Corsat | P0709 | 432652 | 4580510 | -12 | 05/06/2009 | 0,20 (0,00) |
| ES DE SANT SALVADOR | | 1203 | 9,6° | ABO-S-07 | 26/09 | Sediment | P2208 | 374772 | 4559550 | 0,8 | 06/04/2009 | |
| ES RIERA D'ARGENTONA | | 1212 | -148,5° | ABO-S-38 | 11/09 | Sediment | P2208 | 453331 | 4597758 | 1 | 19/03/2009 | |
| ES DE VILANOVA | | 1212 | 41,7° | VIL-A-04 | | Aigua | P2208 | 393406 | 4582532 | -8 | 01/04/2009 | |
| DESGUAS DEL CIMMA | | 1216 | 70,3° | BCN-S-04(N1) | 33/09 | Corsat | P0709 | 432590 | 4580512 | -9 | 05/06/2009 | 0,20 (0,00) |
| ES CURT NOU | | 1224 | 47,1° | G-7 | 82/09 | Sediment | P0709 | 434712 | 4584049 | -2 | 19/08/2009 | |
| ES CURT NOU | | 1225 | 49,9° | G-8 | 82/09 | Sediment | P0709 | 434757 | 4584008 | -4 | 19/08/2009 | |
| ES CURT NOU | | 1228 | 45,3° | G-6 | 82/09 | Sediment | P0709 | 434682 | 4584072 | 0 | 19/08/2009 | |
| ES CURT NOU | | 1228 | 43,9° | G-5 | 82/09 | Sediment | P0709 | 434661 | 4584093 | 1,5 | 19/08/2009 | |
| DESGUAS DEL CIMMA | | 1234 | 67,8° | BCN-S-01(N1) | 33/09 | Corsat | P0709 | 432534 | 4580514 | -6 | 05/06/2009 | 0,20 (0,00) |
| ES NOU D'ARENYS DE MAR | | 1240 | 15,4° | ARE-O-02 | 09/09 | Organismes | P2208 | 463402 | 4602642 | -8 | 17/03/2009 | |
| ES DE CLARIANT | | 1245 | -147,5° | MA36E | 13/10 | Organismes | P1310 | 429778 | 4573915 | 0 | 18/05/2010 | Nova del 20 |
| ES RIERA D'ARGENTONA | | 1254 | 29,4° | ABO-S-29 | 11/09 | Sediment | P2208 | 451078 | 4596051 | 0,2 | 19/03/2009 | |
| ES PLANTA EDAR BESOS | | 1257 | -119,2° | BSS | 02/10 | Organismes | P1410 | 436760 | 4585879 | -20 | 19/03/2010 | |
| ES DE VILANOVA | | 1290 | 36,9° | VIL-S-06(N1) | 21/09 | Sediment | P2208 | 393211 | 4562041 | -6 | 01/04/2009 | |
| ES DEPURADORA DEL LLOBREGAT | | 1310 | -40,7° | CORER-5 | | Corsat | P2309 | 426602 | 4573834 | 0 | 01/04/2009 | Fluvial |
| ES DEPURADORA DEL LLOBREGAT | | 1313 | -39,6° | LLO-A-09 | | Aigua | P2309 | 426585 | 4573818 | 0 | 15/10/2010 | CTD fluvial |
| ES LA FRAGATA | | 1373 | 17,6° | ABO-S-21 | 04/09 | Sediment | P2208 | 398964 | 4565066 | 1,1 | 11/03/2009 | |
| ES DE VILANOVA | | 1454 | 27,5° | VIL-S-08(N1) | 21/09 | Sediment | P2208 | 392953 | 4562743 | -5 | 01/04/2009 | |
| ES D'OCTA | | 1459 | 14,8° | ABO-S-24 | 10/09 | Sediment | P2208 | 441785 | 4591827 | 0,5 | 18/03/2009 | |
| ES DEPURADORA DEL LLOBREGAT | | 1463 | -40,3° | LLO-O-03 | 93/09 | Organismes | P2309 | 426481 | 4573927 | -0,6 | 15/10/2009 | Fluvial |
| ES NOU D'ARENYS DE MAR | | 1521 | 15,4° | ARE-S-06(N1) | 09/09 | Sediment | P2208 | 463032 | 4602929 | -6 | 17/03/2009 | |
| ES DE MAR I PINS | | 1531 | 175,4° | TA2-A-007 | | Aigua | P2010 | 348897 | 4546054 | -50 | 08/09/2010 | |
| ES DE VILANOVA | | 1543 | 41° | VIL-S-05(N1) | 21/09 | Sediment | P2208 | 393079 | 4562402 | -5 | 01/04/2009 | |
| ES D'OCTA | | 1551 | 14,8° | ABO-S-23 | 10/09 | Sediment | P2208 | 441699 | 4591792 | 0,5 | 18/03/2009 | |
| ES DEPURADORA DEL LLOBREGAT | | 1561 | -40,8° | LLO-A-08 | | Aigua | P2309 | 426414 | 4574000 | 0 | 15/10/2010 | CTD fluvial |
| ES NOU D'ARENYS DE MAR | | 1573 | 15,4° | ARE-A-03 | | Aigua | P2208 | 463066 | 4602607 | -8,2 | 17/03/2009 | |
| DESGUAS DEL CIMMA | | 1575 | -151,9° | ZOO-O-A | 87/09 | Rascat | P1109 | 434332 | 4582771 | 0 | 25/09/2009 | Boia oest d |
| Record: [<] [0] [>] Show: [All] Selected Records (0 out of 177 Selected) Options [v] | | | | | | | | | | | | |

Figura 5: Taula obtinguda a través del summarize de la taula generada per l'eina proximity – point distance tool.

Des de MS Excel es pot calcular la hipotenusa del triangle existent entre el punt de mostreig, el punt d'abocament de l'emissari (obtingut mitjançant extrapolació del model digital d'elevacions efectuat amb les corbes batimètriques del SIG Pesca) i el diferencial de profunditats d'ambdós. S'aconsegueix d'aquesta manera el valor definitiu de la distància compresa entre la mostra i el punt d'abocament.

| DISTÀNCIA | ANGLE | NOM DE L'EMISSARI | CODI MOSTRA | TIPUS | PROF EMISSARI | DISTÀNCIA REAL |
|-----------|--------|----------------------|-------------|------------|---------------|----------------|
| 787,38 | 150,3° | ES D'ALMADRAVA | TA1-S-008 | Sediment | 42 | 787,41 |
| 1.530,87 | 175,4° | ES DE MAR I PINS | TA2-S-007 | Sediment | 58 | 1530,89 |
| 1.050,04 | 95,9° | ES DE LA PINEDA | TA2-S-008 | Sediment | 38 | 1050,07 |
| 51,26 | 48,6° | ES DE LA PINEDA | TA2-S-009 | Sediment | 38 | 54,39 |
| 134,27 | 131,3° | ES DE LA PINEDA | TA2-S-010 | Sediment | 38 | 136,22 |
| 351,16 | 131,3° | ES DE LA PINEDA | TA2-S-011 | Sediment | 38 | 352,28 |
| 540,96 | 32,0° | ES DE VILASECA-SALOU | TA2-S-012 | Sediment | 45 | 542,60 |
| 787,38 | 150,3° | ES D'ALMADRAVA | TA1-A-008 | Aigua | 42 | 787,41 |
| 1.634,41 | 137,8° | ES D'ALMADRAVA | TA1-A-009 | Aigua | 42 | 1634,45 |
| 1.530,87 | 175,4° | ES DE MAR I PINS | TA2-A-007 | Aigua | 58 | 1530,89 |
| 1.050,04 | 95,9° | ES DE LA PINEDA | TA2-A-008 | Aigua | 38 | 1050,07 |
| 51,26 | 48,6° | ES DE LA PINEDA | TA2-A-009 | Aigua | 38 | 54,39 |
| 134,27 | 131,3° | ES DE LA PINEDA | TA2-A-010 | Aigua | 38 | 136,22 |
| 351,16 | 131,3° | ES DE LA PINEDA | TA2-A-011 | Aigua | 38 | 352,28 |
| 540,96 | 32,0° | ES DE VILASECA-SALOU | TA2-A-012 | Aigua | 45 | 542,60 |
| 787,38 | 150,3° | ES D'ALMADRAVA | TA1-O-008 | Organismes | 42 | 787,41 |
| 1.634,41 | 137,8° | ES D'ALMADRAVA | TA1-O-009 | Organismes | 42 | 1634,45 |
| 1.530,87 | 175,4° | ES DE MAR I PINS | TA2-O-007 | Organismes | 36 | 1530,94 |

Figura 6: Resultats en format definitiu de les mostres efectuades per Litoral Consult dins d'una àrea d'influència de 2000 metres al voltant del punt d'abocament dels emissaris de Catalunya, relacionant nom d'emissari, codi i tipus de mostra i distància real entre els mateixos.

Una altra aplicació per a la qual s'ha planificat l'ús del sistema és per a simplificar el treball cartogràfic realitzat amb AutoCAD quan aquest demana simbolització seguint criteris de caire estadístic. En aquest sentit la majoria de clients SIG, i evidentment ArcMap entre ells, ofereixen un ventall de possibilitats potser no superiors, però sí molt més ràpides i fàcils d'aplicar.

A continuació s'escenifica un exemple bàsic de com aquesta funcionalitat pot agilitzar aquest tipus de tasques. Es simbolitzen les illes del litoral català, concretament aquelles que es troben a una distància superior a 200 metres de la línia de costa, en funció del seu coeficient perímetre/superfície, una mesura que resulta útil per a quantificar el grau de fractalitat que presenten les masses de terra en el seu contorn. Per a fer-ho tan sols cal crear un camp nou que realitzi la operació aritmètica mitjançant la calculadora i simbolitzar l'entitat per els nombre d'interval desitjats sobre aquest camp.

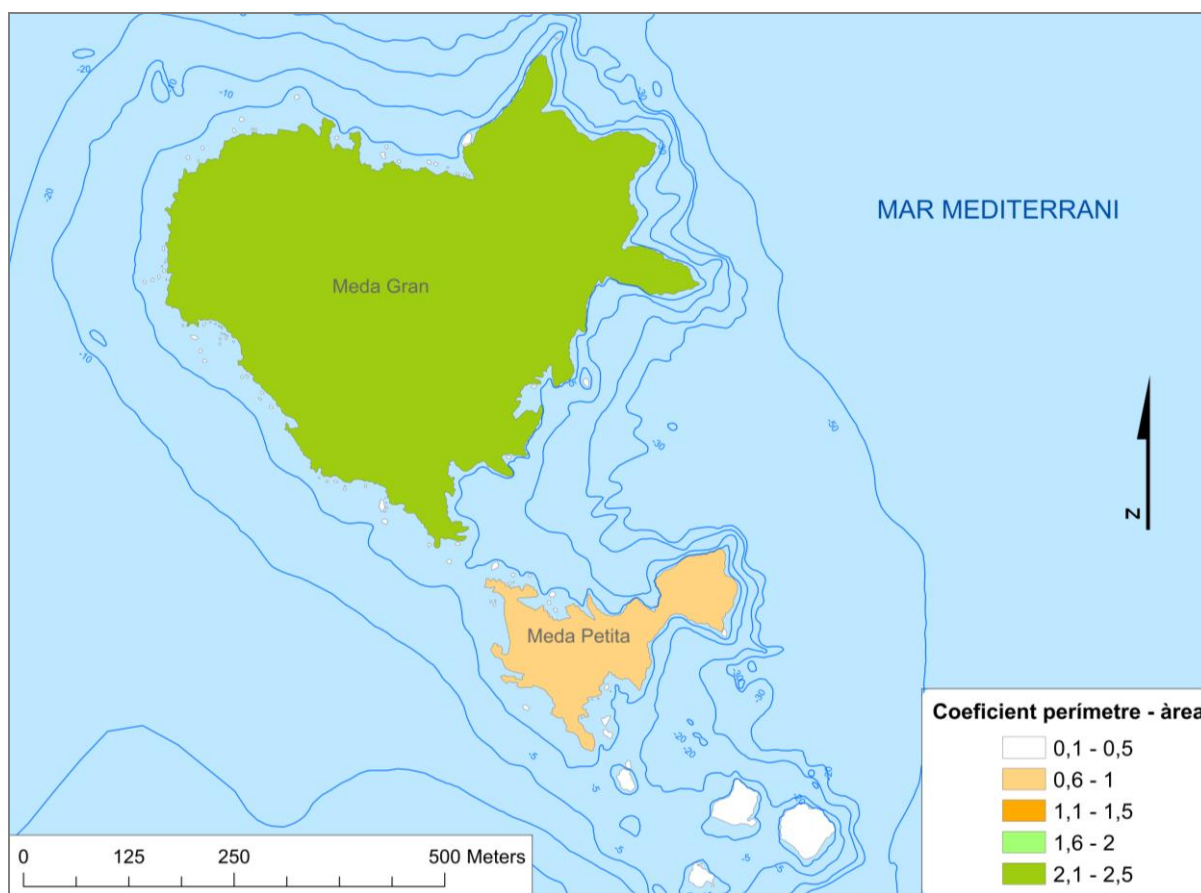
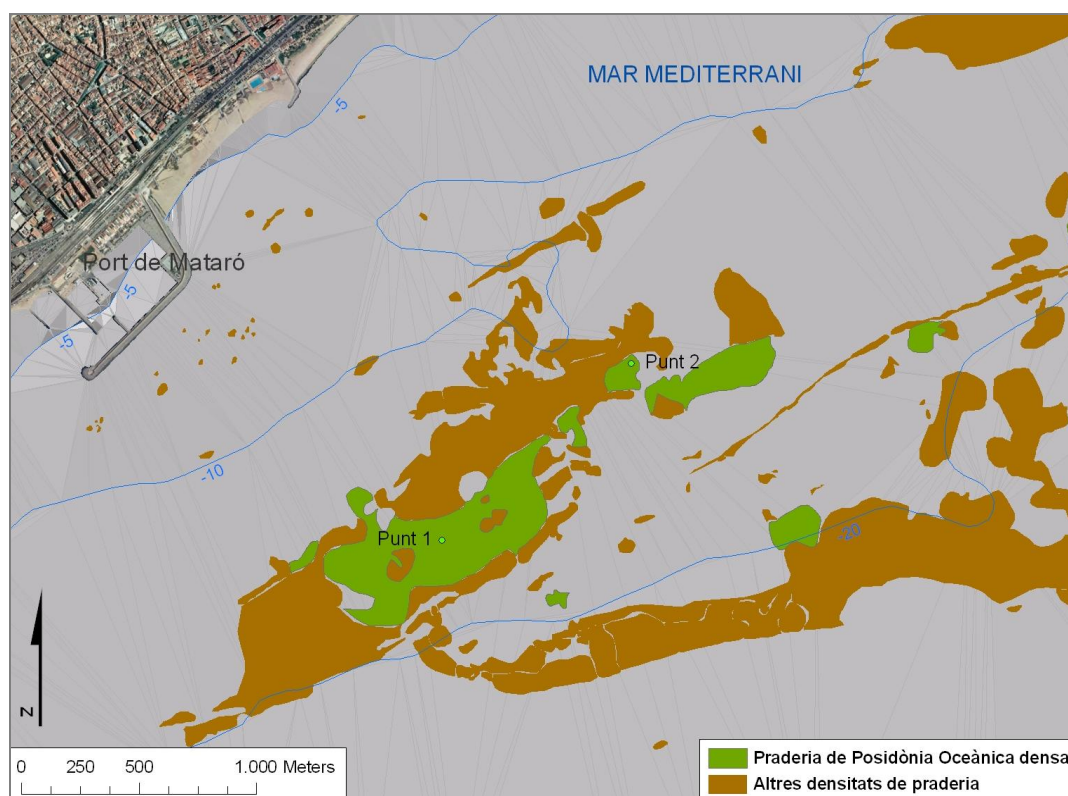


Figura 7: Detall de la caracterització de les illes, allunyades un mínim de 200 metres de la línia de costa catalana, en funció de la seva relació perímetre – àrea. Illes Medes.

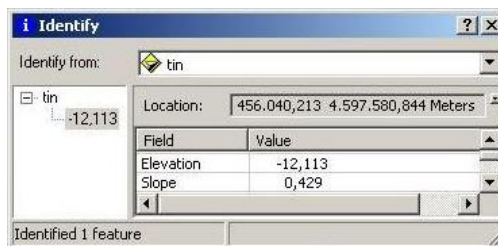
3.3.- Funcionalitat i potencial de les operacions de geoprocés en l'entorn SIG_L.

En aquest darrer punt s'intenta evidenciar els avantatges que els instruments SIG proporcionen en el context de l'edició de plànols i representacions geogràfiques en diferents formats. Les eines clàssiques de publicació cartogràfica utilitzades per l'empresa són igualment vàlides, però en el cas de precisar d'operacions espacials per a dur-les a terme el cost de la seva obtenció és clarament superior donada la complexitat dels processos que, sovint, cal realitzar manualment.

Aquest fet s'intenta fer patent mitjançant l'exposició dels següents casos pràctics. Per a tots ells s'ha elaborat prèviament una triangulació a partir de les línies batimètriques, la línia de costa i el contorn de les illes proporcionant els *mass points*, i un polígon exterior que fa les funcions de *clip*. Sobre aquest TIN ja és possible extreure els valors que es deriven del seu ús, com mostra la següent figura:



Detall dels valors de profunditat i pendent del punt 1



Detall dels valors de profunditat i pendent del punt 2

Figura 8: Retorn dels valors de profunditat i pendent de dos punts aïllats en la cartografia bionòmica de fanerògames marines. Resultats obtinguts sobre consulta de la capa TIN.

Seguidament es construeix el model digital d'elevacions, amb una mida de cel·la adequat per a l'àmbit de treball i s'ajusta l'extensió d'aquest. Es possible ara, mitjançant una simple operació de geoprocés, transmetre a totes les entitats que es projectin sobre la seva superfície l'atribut d'elevació (en aquest cas negativa, per tant profunditat). Els diferents polígons, línies o punts que s'hi representin hereten aquests valors en una nova capa que es podrà explotar estadísticament per a l'obtenció de mitjanes, registres màxims, mínims, etcètera.

Una manera elegant de presentar aquests resultats és, per exemple, en forma de gràfic. Les figures 10 i 11 mostren els perfils de profunditat que presenten les geometries linears del mapa (Figura 9), els emissaris submarins de l'Hospitalet de l'Infant, manifestant-se en l'eix de les abscisses la seva longitud.

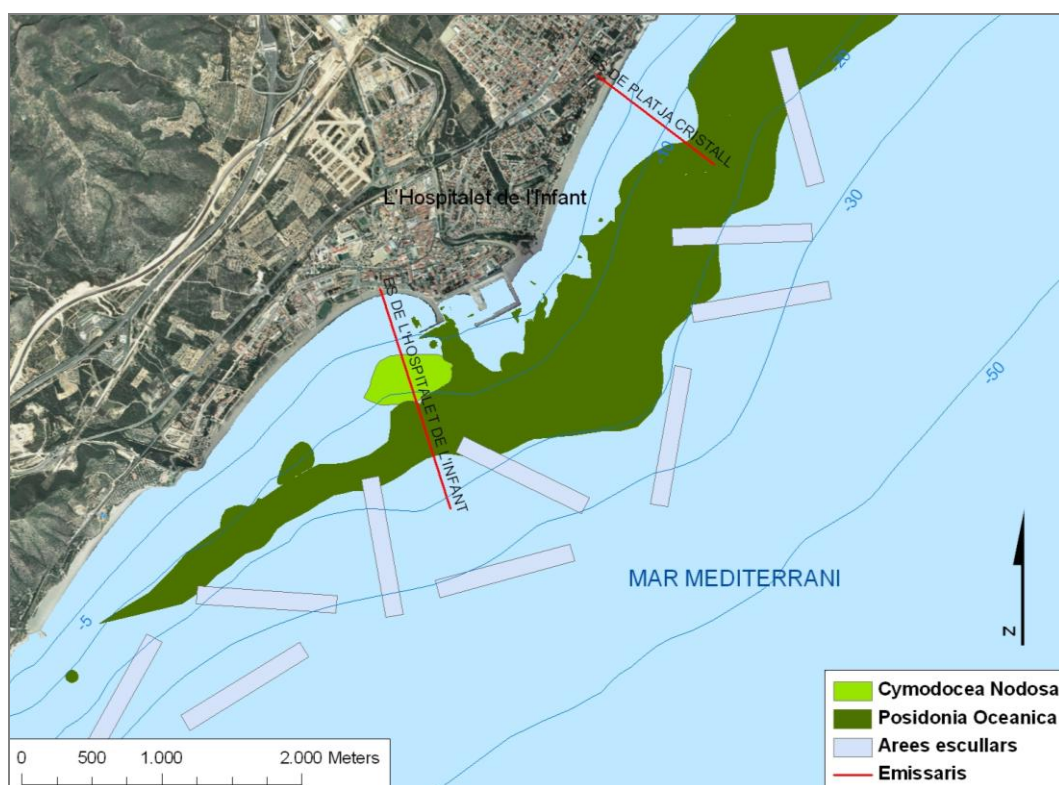


Figura 9: Mapa de la distribució dels dos tipus de fanerògames marines presents davant la costa del Hospitalet de l'Infant, les àrees escullars existents i la disposició dels emissaris submarins.

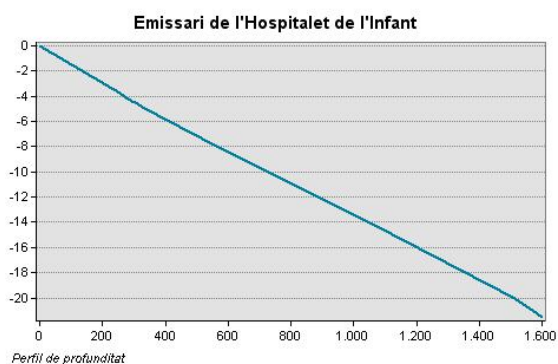


Figura 10

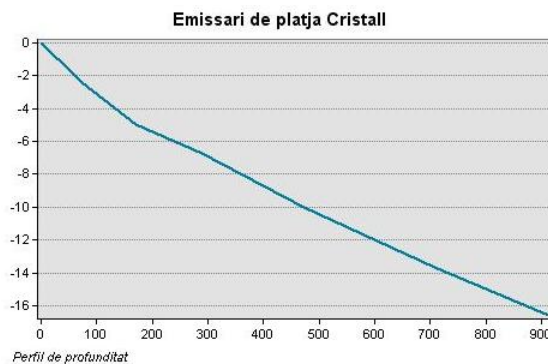
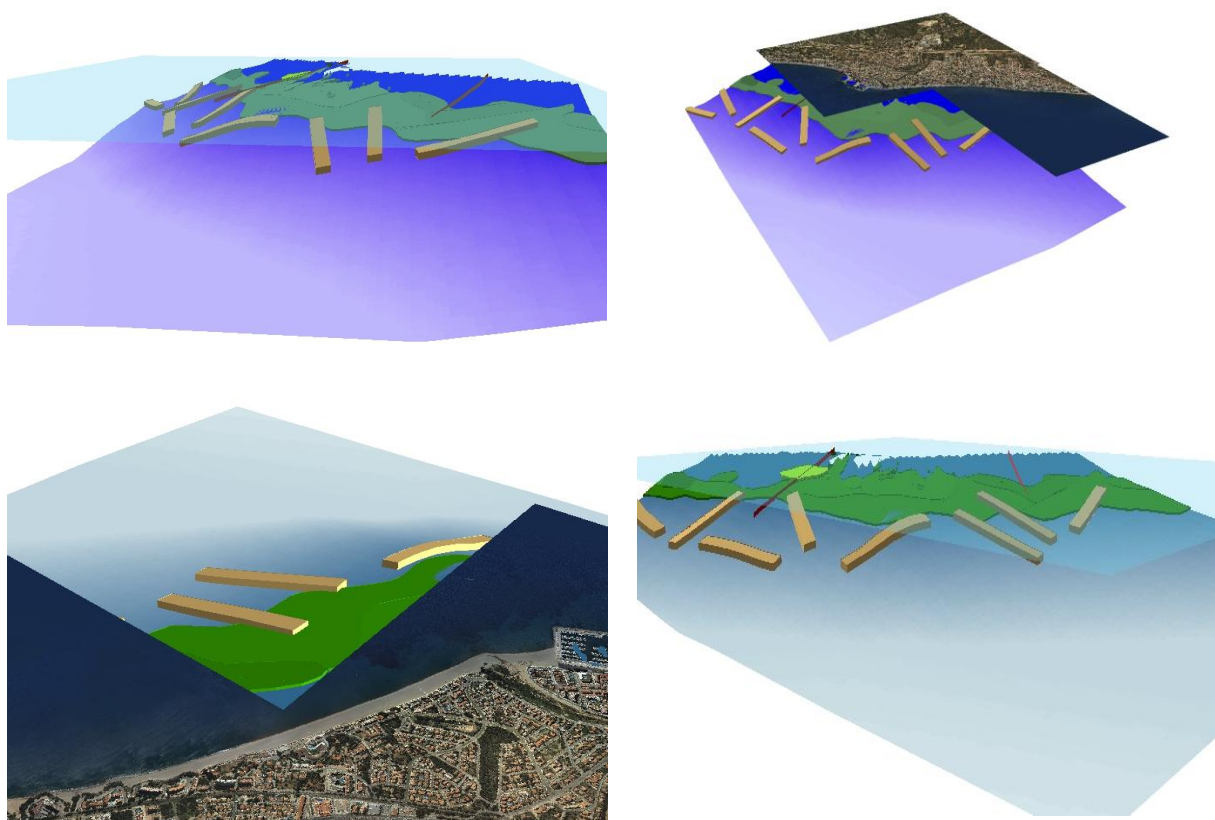


Figura 11

Una sortida atractiva dels resultats cartogràfics es pot trobar en la modelització 3D de l'entorn. Aprofitant el potencial de l'extensió ArcScene s'ha elaborat una representació de l'àmbit presentat en el mapa anterior, utilitzant els mateixos elements i MDT (Model Digital del Terreny) generat.

Aplicant un cert grau d'exageració al conjunt s'aconsegueix l'efecte de profunditat desitjat, mentre que per a una millor visualització de les entitats es simbolitzen fent ús de l'extrusió de les seves geometries, aconseguint volum. Per a la cartografia de base s'han descarregat els fulls de les ortofotoimatges de l'ICC de l'àrea involucrada. El resultat és un model completament dinàmic, sobre el qual l'usuari es pot moure a plaer i inclús editar vídeo en moviment recorrent la zona amb una intuïtiva eina de vol.

A mode d'exemple s'han realitzat algunes captures de pantalla des de diferents angles i alçades. La simbologia dels elements és la mateixa que l'exposa en la figura 9.



4.- CONCLUSIONS

4.1.- CONCLUSIONS GENERALS

Tot i que la consecució de les diferents fases sovint no s'ha donat dins del calendari previst, el SIG_L és a dia d'avui una realitat, i per tant es pot afirmar que els objectius del projecte s'han assolit satisfactòriament.

Es poden imputar aquestes distorsions respecte al full de ruta a múltiples factors: durant el seu desenvolupament han sorgit eventualitats no relacionades amb els treballs que reclamaven una atenció prioritària i, en més d'una ocasió, ha calgut rectificar plantejaments sobre processos ja realitzats, dilatant les seqüències programades dependents.

Alguns d'aquests contratemps han aparegut de manera imprevista, deguts a l'activitat normal de l'empresa i a les seves necessitats puntuals, i per tant no s'atribueixen a una mala planificació o a una realització massa optimista de la mateixa.

En d'altres ocasions, però, aquests entrebancs tenen el seu origen en la manca d'experiència dels desenvolupadors en aquest camp concret. Cal tenir en compte no només l'abast del projecte i els recursos disponibles, si no també el fet de ser aquest el primer cop que l'organització afrontava el cicle complet de construcció d'un SIG. Era doncs un repte que amagava procediments desconeguts, sobre els quals ha estat necessari explorar, i que han consumit més temps del previst. En qualsevol cas, si s'ha arrabassat la bossa d'hores destinada a la col·laboració i al projecte en general, sempre ha estat per iniciativa dels implicats i des del convenciment d'estar creant un producte de qualitat amb segell propi. La motivació per aconseguir resultats mesurables en tot moment ha superat les contrarietats abans esmentades, que d'altra banda no han fet sinó esperonar l'equip i incrementar els seus coneixements sobre la matèria.

La valoració final que es fa del producte en si és molt positiva. En un context en el que l'especialització professional és cada cop més necessària no poden ser-ho menys els seus instruments, i en aquest sentit un Sistema d'Informació corporatiu és un clar exemple de com les diferents disciplines integrades, en aquest cas, en la gestió del litoral, es poden veure connectades amb més eficiència que mitjançant els canals habituals. Litoral Consult ha fet una aposta cap a la innovació, sabent que l'exclusivitat del producte ha de sumar enters en la seva productivitat i competitivitat, però també conscients d'estar emprenent un camí incert en quant a resultats i costos en quant a recursos.

Ara aquesta inversió està més a prop de tenir el retorn esperat. El primer benefici quantificable és la conversió d'un gran volum d'informació espacial a un format que obre noves perspectives per a la seva sortida comercial.

Seguidament, l'ordenació d'aquesta sobre una infraestructura que suporta el seu inventari i actualització. Això cal traduir-ho a la capacitat adquirida d'obtenir un nivell superior de geoprocés, mitjançant operacions de consulta, explotació i interrelació de les dades, tal i com s'apuntava en els objectius. L'èxit del SIG_L passa per oferir la màxima funcionalitat en aquest terreny, i el ventall de possibilitats que està demostrant poder desplegar (de fet, tanta com l'usuari imagini) és motiu de gran satisfacció per part dels seus impulsors.

La generació de cartografia resultant d'aquestes explotacions és també un rèdit palpable que s'espera poder traslladar ben aviat a l'oferta de l'empresa d'una manera sistematitzada. Resta només estructurar una cartografia de base estàndard per a les diferents escales de representació i acabar de definir la simbologia d'elements i l'entorn de maquetació ajustat al format dels productes de la marca. Les diferents capes temàtiques disposen del seu registre de metadades que els tècnics podran consultar per avaluar la seva inclusió en aquests productes finals, així com documentar-los més eficaçment.

Un dels pilars a l'hora de concebre el SIG_L va ser la perspectiva que oferia l'eina per a optimitzar no tan sols els processos relacionats amb el departament de cartografia, si no com a recurs accessible per a tots els membres de l'organització. La recerca d'antecedents, la visualització de la informació (i l'anàlisi espacial de la mateixa), o les consultes sobre una base de dades sòlida, són només alguns exemples de les noves possibilitats de les quals podran gaudir els seus usuaris. És provable que sigui necessari un temps de transició i aplicar certes mesures per implantar el SIG_L amb èxit als departaments de gabinet i afins; en aquesta direcció es detallen alguns suggeriments en apartats posteriors.

Ara bé, si cal assenyalar algun punt fràgil del sistema, aquest es pot trobar en l'apartat relatiu al fons documental del mateix. L'equilibri existent entre el disseny conceptual i la informació disponible és delicat, doncs els continguts (sobretot alfanumèrics) projectats per a la base de dades són molt ambiciosos. Aquesta realitat té dues lectures possibles: per una banda es pot creure que s'ha ideat el model massa alegrement d'acord amb els béns tangibles al moment de començar els treballs, però per un altre costat aquest optimisme té la seva justificació. Des del seu inici es projecta el SIG com una plataforma subjecta a canvis, que haurà de créixer i evolucionar de la ma de l'empresa, i és per això que s'ha cercat la implementació d'un producte no limitat pels recursos actuals. En aquesta línia s'ha mesurat la quantitat d'esforç necessari per a generar diferents blocs d'informació abans d'elaborar el disseny de la base de dades i, si bé aquest és considerable, s'estimen els seus beneficis superiors als costos. En definitiva, els creadors del sistema són conscients de que aquest romandrà obert encara durant un temps a l'addició de continguts i que aquest procés exigeix dedicació, però també es valora com quelcom positiu, doncs queda implícita la continua connexió amb el projecte i la seva millora.

A nivell individual, i em permeto excepcionalment redactar aquest paràgraf en primera persona, voldria fer patent la meva satisfacció en diferents sentits. El primer, i més important, per haver contribuït al desenvolupament del SIG_L, un sistema en el que realment crec. Si bé és cert que en algun moment he tingut la sensació de que el projecte podia complicar-se, a vegades per mala organització (cal saber fer autocrítica), a vegades per veure'm sobrepassat per la seva dimensió, sortosament he comptat sempre amb el suport tant dels companys de l'empresa com del tutor assignat pel departament de Geografia de la Universitat, que han sabut resoldre els dubtes i redreçar l'estat anímic quan ha fet falta.

També voldria manifestar el valor que dono a l'experiència viscuda durant aquests mesos i a l'oportunitat d'establir un contacte professional amb l'entorn SIG a un pla més elevat del que coneixia. He pogut ser testimoni directe i un dels protagonistes d'un procés intricat que per fortuna ha conclòs positivament per ambdues parts. Em sento orgullós del treball realitzat, d'haver superat aquest repte i sobretot estic content de saber que els meus esforços han ajudat a Litoral Consult a sumar actius en la seva recerca de l'excel·lència.

4.2.- SUGGERIMENTS

4.2.1.- Depuració

Abans d'emprendre el camí cap a l'externalització del sistema (entenent com a tal la seva presència a Internet) és aconsellable complementar-lo fins a garantir la seva funcionalitat en tots els dominis que pretén abastar. Pot donar-se que el producte ofereixi una imatge inacabada si, tot i comptar amb l'estructura de la base de dades íntegra, el seu contingut presenta excessius buits.

Això pot semblar una evidència, però alhora redunda en la verificació del comportament general del SIG. Existeixen un bon nombre de relacions que no s'han pogut testar per manca d'informació en un o més camps implicats, i també pot interessar variar l'ordenació topològica quan es tingui la perspectiva necessària que aportarà la disponibilitat de totes les classes que hi participen.

Es doncs prioritari establir un nucli d'informació indispensable que modeli els àmbits bàsics de gestió i documentar-lo de manera suficient com per a poder donar resposta als requisits, en primer lloc, d'ús intern. Tan bon punt aquest ús estigui normalitzat i els seus fruits siguin apreciables, és d'esperar una col·laboració més substancial per part de tots els beneficiaris (començant per l'àrea de Direcció) a l'hora de destinar esforços en adquirir i generar nou contingut.

4.2.2.- De local a servidor

Aquest és sens dubte el pas immediat que ha de donar el sistema per tal de fer un salt qualitatiu en quant a l'aprofitament del seu potencial. En l'apartat 2.8.1 (Protocol de càrrega) s'ha detallat la manera com els diferents departaments de Litoral Consult poden contribuir al creixement del SIG, però per a poder-ne fer un ús directe des dels propis terminals són necessaris un seguit de procediments que tot seguit s'apunten breument.

En primer lloc caldrà migrar la base de dades complerta a un sistema gestor que permeti la interoperabilitat i que no trobi conflictes amb el disseny actual. S'hauran de valorar factors com el volum final dels continguts, la funcionalitat dels processos SQL, l'amabilitat de les interfícies, l'experiència prèvia dels administradors o el cost del programari. Una solució fiable però econòmicament compromesa és Oracle, un reconegut SGBD, que mitjançant un intuïtiu *Worksheet* permet l'elaboració de vistes còmodament. Adquirir la seva llicència garanteix una transició i manteniment plàcids, doncs s'inclou en el paquet l'assistència del servei tècnic especialitzat.

No obstant existeixen d'altres opcions, igualment útils i de codi lliure, com ara SQL Server (en la seva versió *Express Edition*), MySQL o PostgreSQL, entre d'altres. A banda dels seus propis menús d'ajuda, la gran difusió que tenen aquests productes degut a la seva gratuïtat fa que sigui fàcil trobar a la xarxa múltiples fòrums d'altres usuaris que funcionen perfectament com a fonts d'informació i consulta per a les possibles complicacions que puguin sorgir.

Un cop es disposi d'aquest instrument que permeti el treball amb l'arquitectura client-servidor només caldrà establir la comunicació entre els terminals i la base de dades. Una de les maneres de fer-ho és mitjançant connexions OLE DB (*Object Linking and Embedding for Databases*), una tecnologia desenvolupada per Microsoft que s'utilitza per a tenir accés a diferents fonts d'informació de manera uniforme.

Evidentment, tots els membres de l'organització que hagin de fer ús del SIG_L hauran de tenir instal·lat a la seva màquina el programari adequat. De la mateixa manera que passa amb els SGBD l'oferta en aquest sentit és molt àmplia, però per un ús generalitzat es recomana un client de codi obert. GvSIG presenta totes les característiques per considerar-lo un candidat òptim d'explotació. Les seves capacitats per al treball espacial són àmplies, acceptant els formats ràster i vectorial principals, i la seva funcionalitat de consulta i edició alfanumèrica és potent. Té igualment accés als serveis remots OGC⁵ i la seva interfície és senzilla i intuïtiva.

⁵ **OGC**: *Open Geospatial Consortium* és un consorci creat el 1994 amb l'objectiu de definir estàndards oberts i interoperables dins dels SIG i Internet. Persegueix acords entre les empreses del sector que possibilitin la interoperabilitat dels seus sistemes de geoprocés, facilitant l'intercanvi d'informació geogràfica en benefici dels usuaris.

Caldrà estudiar en qualsevol cas la compatibilitat dels clients potencials amb els SGBD que els alimenten, doncs a vegades s'exclouen mútuament. Aquest fet sovint s'arregla mitjançant la instal·lació de *drivers*, però resulta més senzill fer l'elecció d'ambdós programaris simultàniament i des d'un punt de vista global.

4.2.3.- Presència i explotació web

Pensar en el SIG_L com un component més de la web corporativa genera una gran quantitat d'interrogants que caldrà afrontar més endavant, però la voluntat de dimensionar el projecte cap a l'exterior és evident.

Els avantatges es poden mesurar des de diferents barems. Des d'un punt de vista purament publicitari es faria patent la capacitat de l'empresa en el domini de les tecnologies de la informació geogràfica, es proposaria un aparador atractiu per alguns dels seus productes cartogràfics i es projectaria una imatge de competència en el desenvolupament de sistemes informàtics aplicats al marc de la consultoria.

Des de la perspectiva comercial caldria estudiar el nivell de visibilitat del sistema en la web. Mitjançant les connexions amb el servidor configurades no seria difícil ofertar un servei de consulta de les dades, potser per a satisfer demandes dels clients o bé com a producte vendible. En tot cas seria necessària la inclusió d'un visor amb l'arbre de capes associat, així com les eines bàsiques de navegació o aquelles que es valoressin útils per prestar un mínim de funcionalitat espacial, per la qual cosa caldria aprofundir en el terreny de la programació web, i en el coneixement de les llibreries d'interès d'aquest àmbit, tals com *GeoExt*, *OpenLayers*, etcètera. Cal destacar que la possibilitat de poder oferir serveis WMS, o fins hi tot WFS en forma de geoserveis, demanaria l'esforç per part de l'organització d'adaptar-se a les especificacions OGC per a la publicació cartogràfica, fet que d'altra banda reportaria el prestigi inherent al reconeixement del consorci.

També caldria abordar les connexions a diferents servidors per disposar de cartografia de base i d'alguns elements relacionats amb el litoral ja disponibles a la xarxa. Sens dubte la referència en aquest sentit és la web de l'Institut Cartogràfic de Catalunya amb el seu mapa topogràfic, tot i que probablement es requeriria el seu consentiment previ en cas d'estimar-se l'ús de la seva informació amb finalitats comercials.

BIBLIOGRAFIA

Publicacions:

Directiva 2007/2/CE del Parlament Europeu i del Consell del 14 de Març de 2007.
Infraestructura de la Informació Espacial en la Comunitat Europea.

F. Olivera, S. Koka. *ArcCatalog and Geodatabase TX*: Department of Civil Engineering;
2009.

Harvey F. *A Primer of GIS: Fundamental Geographic and Cartographic Concepts*. NY: The
Guilford Press; 2008. ISBN-10: 1593855656.

Johana L. Reilgh.. *CASE Tools tutorial. Creating custom Features and Geodatabase
schemas*. NV: Lahontan; 2005. ISBN-10: 1256484988.

Pla Cartogràfic de Catalunya, Decret i Annexes I, II i III.

Richard W. Scamel, Narayan S. Umanath, *Data Modeling and Database Design* FL: Course
Technology; 2007. ISBN-10: 1423900839.

R. Soto. *Ingenieria de Software Asistida por Ordenador: Herramientas CASE*. Temari del 3er
curs d'Ingenieria Tècnica en Informàtica de Sistemas de la Universidad de Alcalá. 2008

Màster en Sistemes d'Informació Geogràfica, 12^a edició. Temaris dels mòduls Clients SIG,
Bases de dades, SIG i anàlisi. Universitat Autònoma de Barcelona. 2009.

Recursos web:

Institut Cartogràfic de Catalunya.
url: <http://www.icc.cat/>

Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya.
url: <http://www20.gencat.cat/portal/site/dmah>

Departament de Política Territorial i Obres Públiques de la Generalitat de Catalunya.
url: <http://www20.gencat.cat/portal/site/ptop>

Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya. SIG Pesca.

url: <http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR>

IDESCAT, Institut d'Estadística de Catalunya.

url: <http://www.idescat.cat/>

ACA. Agència Catalana de l'Aigua.

url: <http://aca-web.gencat.cat/aca/appmanager/aca/aca/>

Consorci el Far.

url: <http://www.consorcielfar.org/>

ESRI. Environmental Systems Research Institute.

url: <http://www.esri.com/>

Inspire Directive.

url: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>

IDEIB. Infraestructura Dades Espacials de les Illes Balears.

url: <http://www.ideib.cat/>

Geoportal IDEC. Infraestructura de Dades Espacials de Catalunya.

url: <http://www.geoportal-idec.cat/geoportal/cat/>

Wikipedia

url: <http://www.wikipedia.org/>

AGRAÏMENTS

En primer lloc he d'agrair a tot el bloc de Litoral Consult no només el tracte que m'han dispensat al llarg de tot el temps que ha durat la col·laboració, si no també per haver-me donat l'oportunitat de conèixer des de dins l'empresa i aprendre d'ells una manera nova de treballar en un marc fantàstic

Crec que varem tenir sort de trobar-nos dues parts amb necessitats convergents. Jo cercava un projecte estimulants i relacionat amb el meu bagatge professional anterior, i ells donar un impuls addicional a una idea que ben segur ha de sumar-se als seus esforços per continuar ocupant una posició preferent i innovadora en el mercat. En aquest sentit crec que els objectius d'ambdues parts s'han aconseguit.

A Pep Hurtado vull agrair-li la seva valentia per jugar-se-la en un context difícil i fer-me confiança, a més de la seva proximitat i bon tarannà. Aquestes qualitats, a vegades escasses en els càrrecs de direcció, el fan mereixedor del meu màxim respecte i estima. Al Marc Palmada la seva empena i resolució a l'hora d'encarar els contratemps que ens han sorgit i per fer-ho, a més, amb la passió de qui sent el projecte com a quelcom propi. Al Roger Parés la seva capacitat de posar ordre on només sembla haver-hi caos, les seves correccions i òptica pragmàtica, a més d'haver actuat com a pont entre Litoral i jo en el moment del primer contacte. Ells dos han sigut els meus tutors per la part de l'Organització, companys més directes i, per extensió, camarades en aquesta aventura. Són els pares d'aquesta criatura que anomenem SIG_L, a la que tots tres desitgem veure créixer amb força. Al Jordi, Ferran, Marta, Andoni, Virgin, Gema, Maria, Pati i Jorge per proporcionar un ambient laboral del qual ha sigut un plaer participar.

El Departament de Geografia de la Universitat Autònoma de Barcelona. Aquest treball simbolitza per a mi la consecució d'una etapa que inclou el present projecte i l'any lectiu precedent. No ha sigut fàcil, doncs crec que el Màster és tant interessant com exigent per a l'alumne. A l'iniciar-lo tenia una idea bastant difusa del seu contingut i, en certs moments, em vaig veure aclaparat per un volum d'informació difícil d'absorbir. El seu equip docent, però, va saber esvair aquest neguit i, finalment, ha sigut capaç de despertar-me una creixent motivació envers aquest món que espero mantenir i alimentar amb noves oportunitats laborals. Al seu director, Joan Nunes, i a les cares més visibles del professorat, Laura i Nacho, gràcies per atiar aquest interès.

A Miquel Àngel Vargas caldria dedicar-li pàgines senceres dins d'aquest apartat. A banda de que el producte final fos de la màxima satisfacció per a l'entitat col·laboradora, i més enllà de la valoració que aquest mereixi per part del comitè avaluador, la meua principal preocupació a mida que anava avançant el treball es convertia en obtenir un resultat que fes justícia als seus esforços i dedicació. Espero haver-ho aconseguit.

La seva aportació costa resumir-la, però vull destacar que el seu suport tècnic (absolutament fonamental) s'ha vist només superat pel recolzament personal que m'ha ofert en tot moment; crec que això reflexa el rerefons d'una relació que s'ha anat forjant al llarg dels darrers mesos i la qual estic convençut que tindrà continuïtat d'ara en endavant.

Als companys del Màster per la bonica pinya que em fet, la complicitat i el bon humor amb el que, tots junts, hem encarat aquest repte.

Als meus pares, Joan i Josefina, i a la meva germana, Laia, com sempre, per allisar tots els camins que emprenc.

Als meus amics, que potser durant aquest temps han hagut de perdonar les meves absències més del que ja és habitual, i als qui procuraré compensar. A l'Oscar Vila, Carles Segurado i a l'Arantzazu per posar el seu art a la meva disposició, entendre la meva idea, millorar-la i ajudar-me a fer una portada tant maca.

A la Kitty, el meu vèrtex, el meu eix, el disseny conceptual, lògic i físic del meu projecte de vida. Per la seva presència, la seva paciència, i per ajudar-me a creure que podia fer-ho. I per sobre de tot, pel seu amor. I a la nostra gateta, la Índia, que tanta companyia m'ha fet durant les hores davant l'ordinador, cargolada sobre la meva falda.

He d'acabar agraint l'ajuda i sobretot l'amistat d'algú que durant tot l'any passat em va empènyer, sense saber-ho, a poder arribar a aquest precís instant. Al cap de poc temps de començar el curs ja veia que, si hi arribava, hauria de recordar-me d'ell a l'hora de nombrar les persones que m'han recolzat i han impedit que em guanyés el desànim. Aquest record és ara una barreja de gratitud i nostàlgia, i precisament per això, per que el trobo tant a faltar, vull tenir-lo més present que mai. Gracias Juanjo.

ANNEXES

ANNEX I - Diagrama conceptual

Detall del disseny

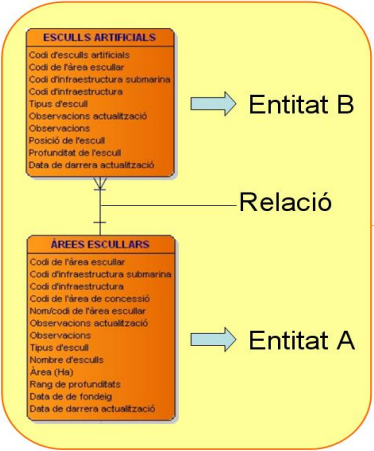
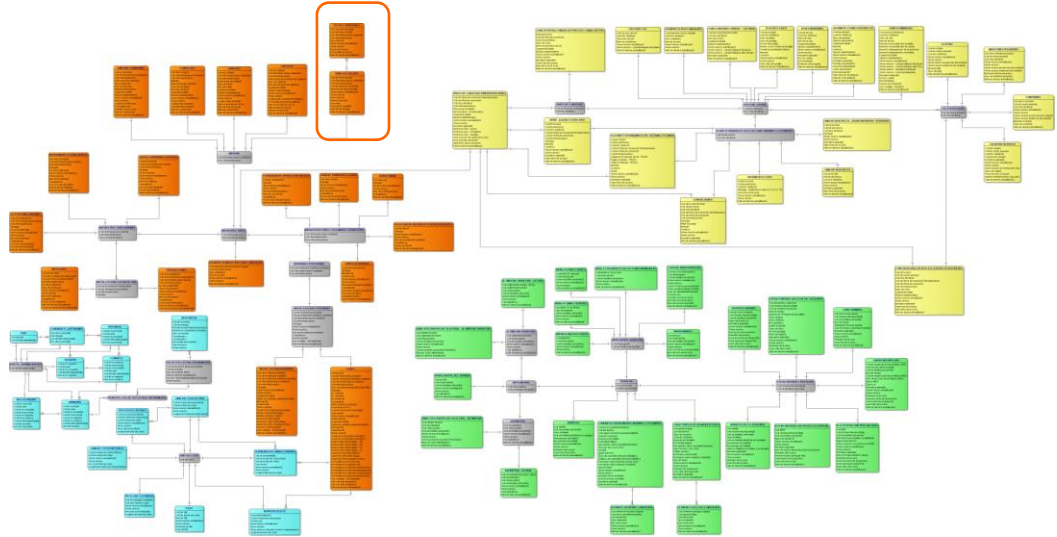


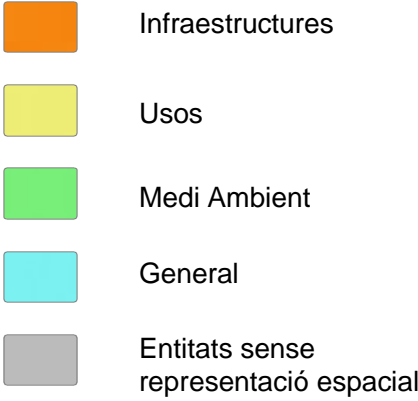
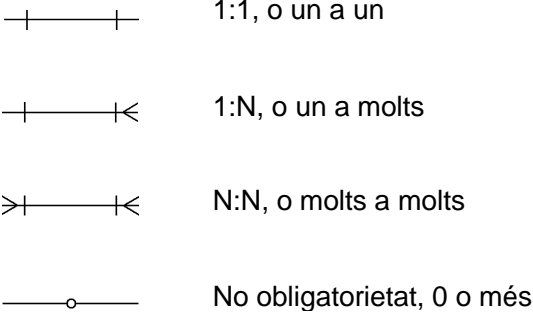
Diagrama del disseny



Entitats



Relacions





ANNEX II - Diagrama lògic

Detall del disseny

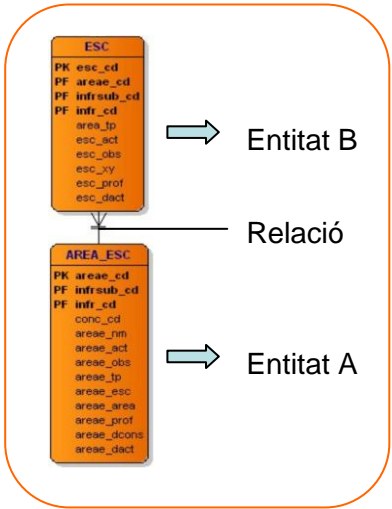
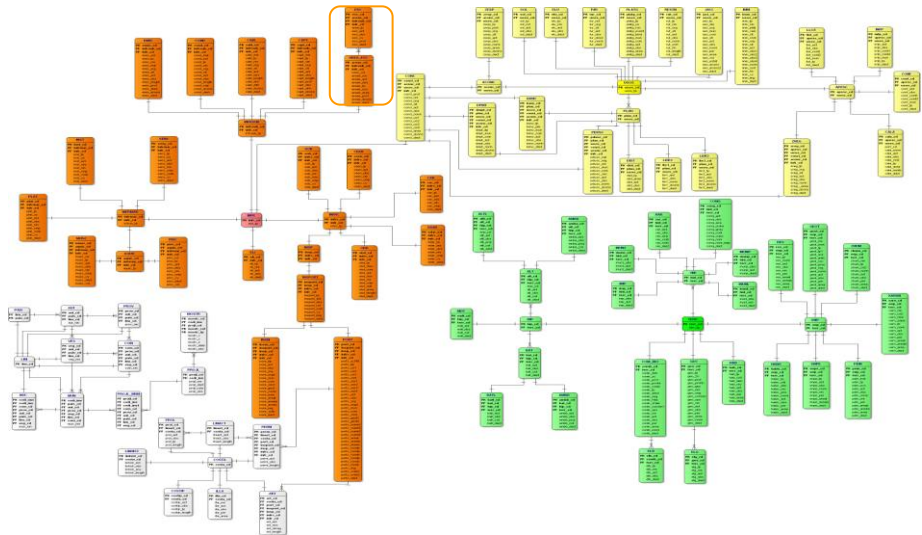
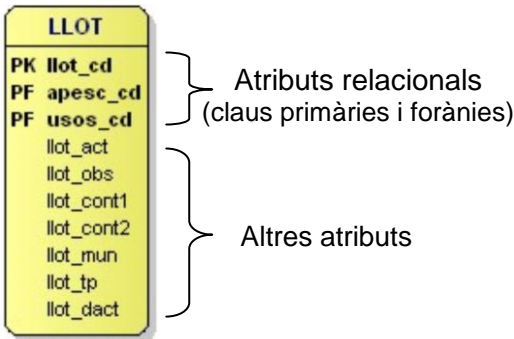


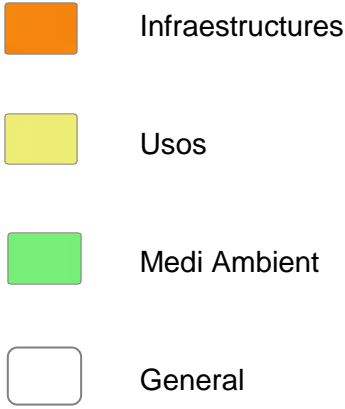
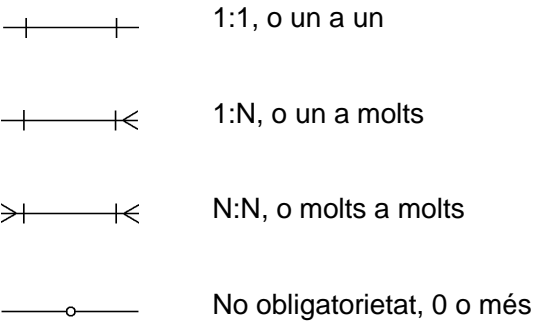
Diagrama del disseny

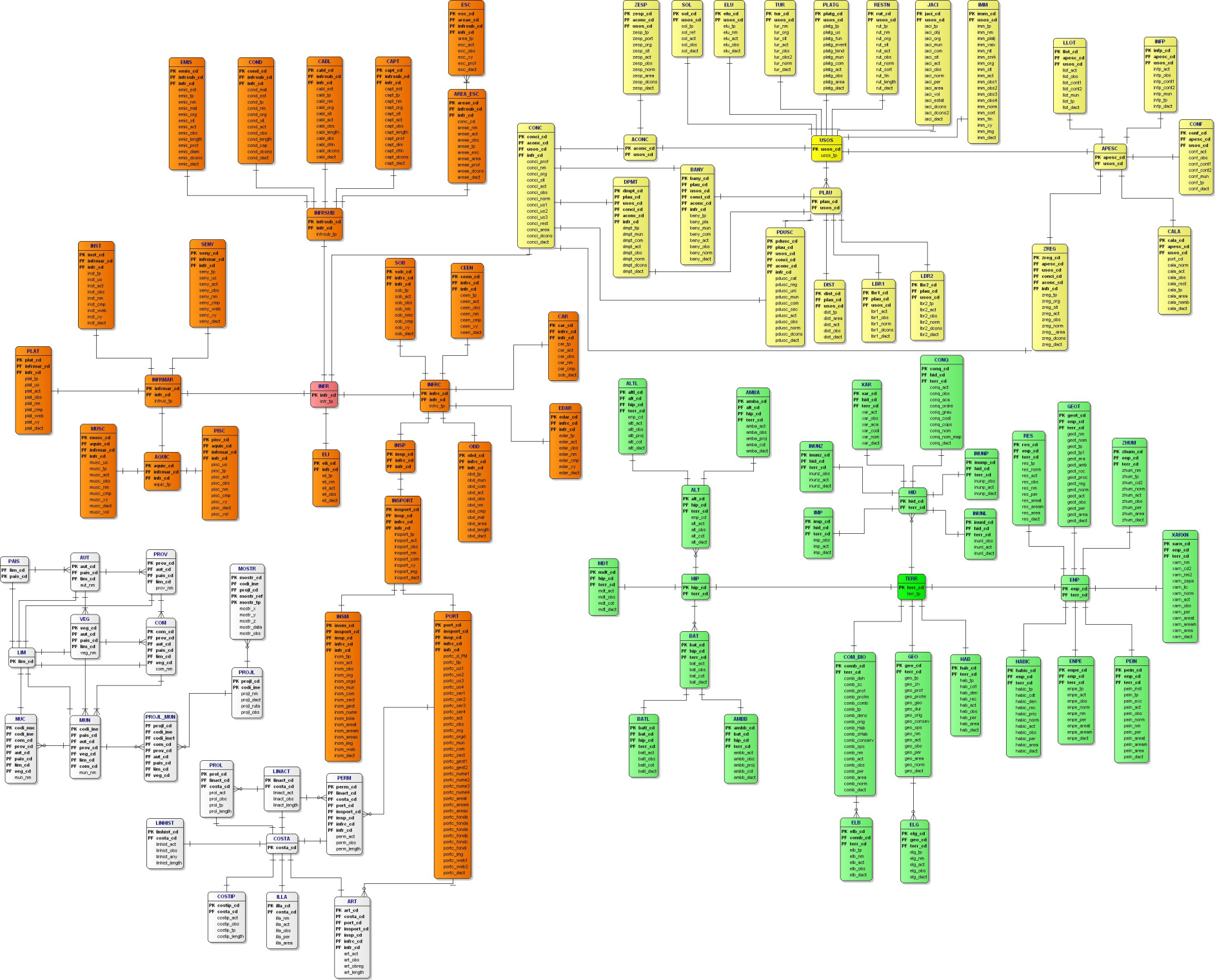


Entitats



Relacions

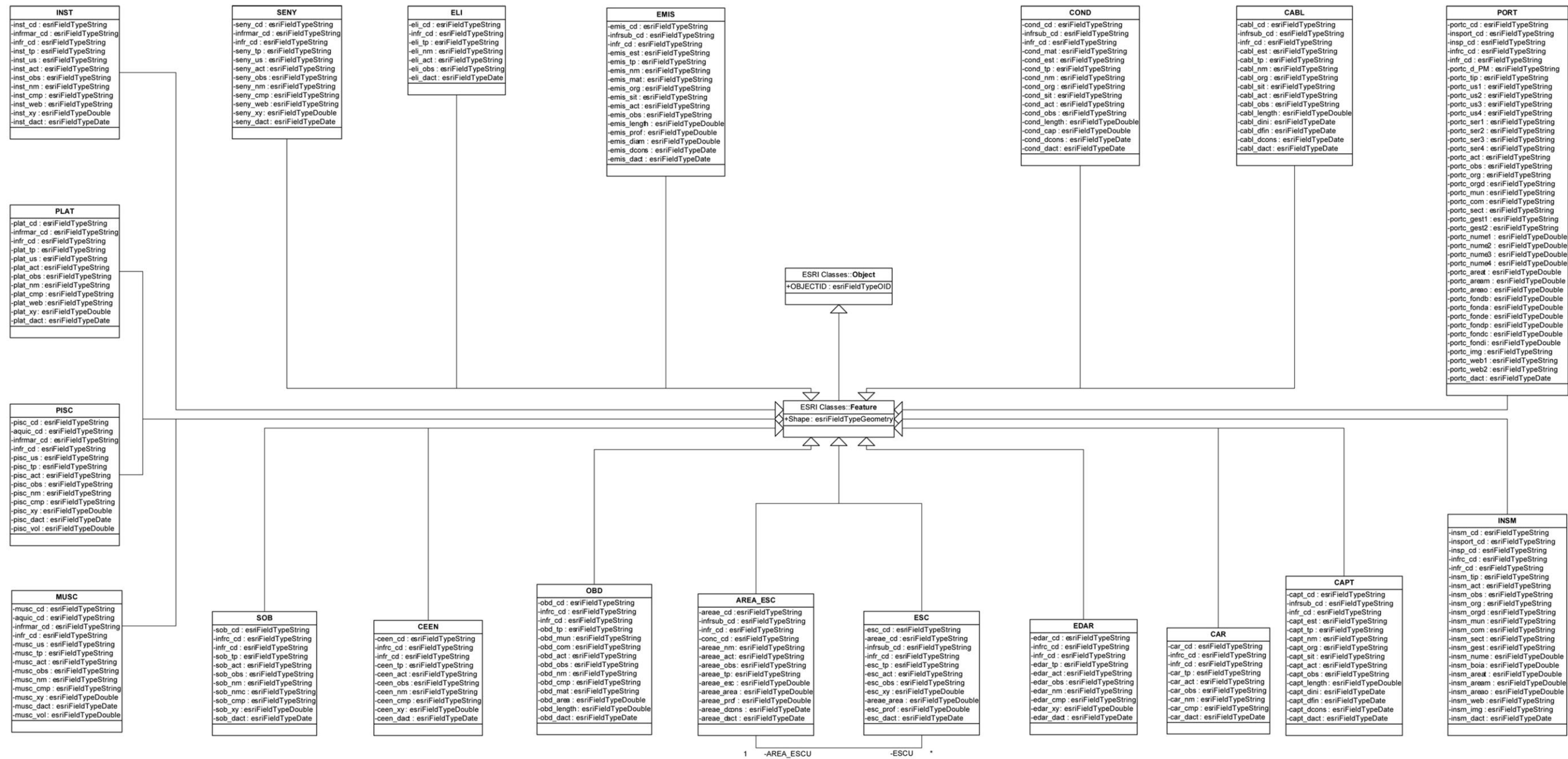




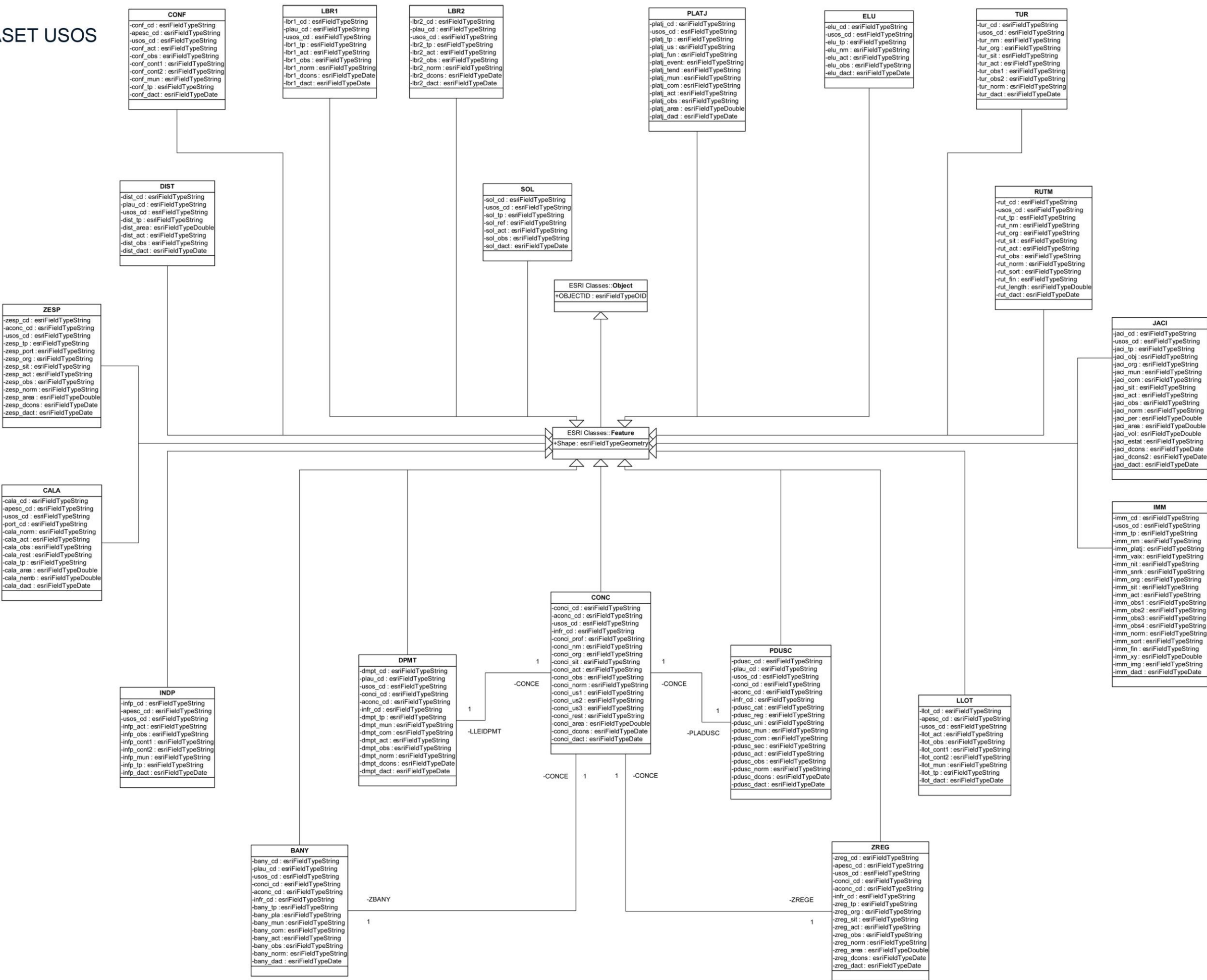
ANNEX III

Diagrames del model físic

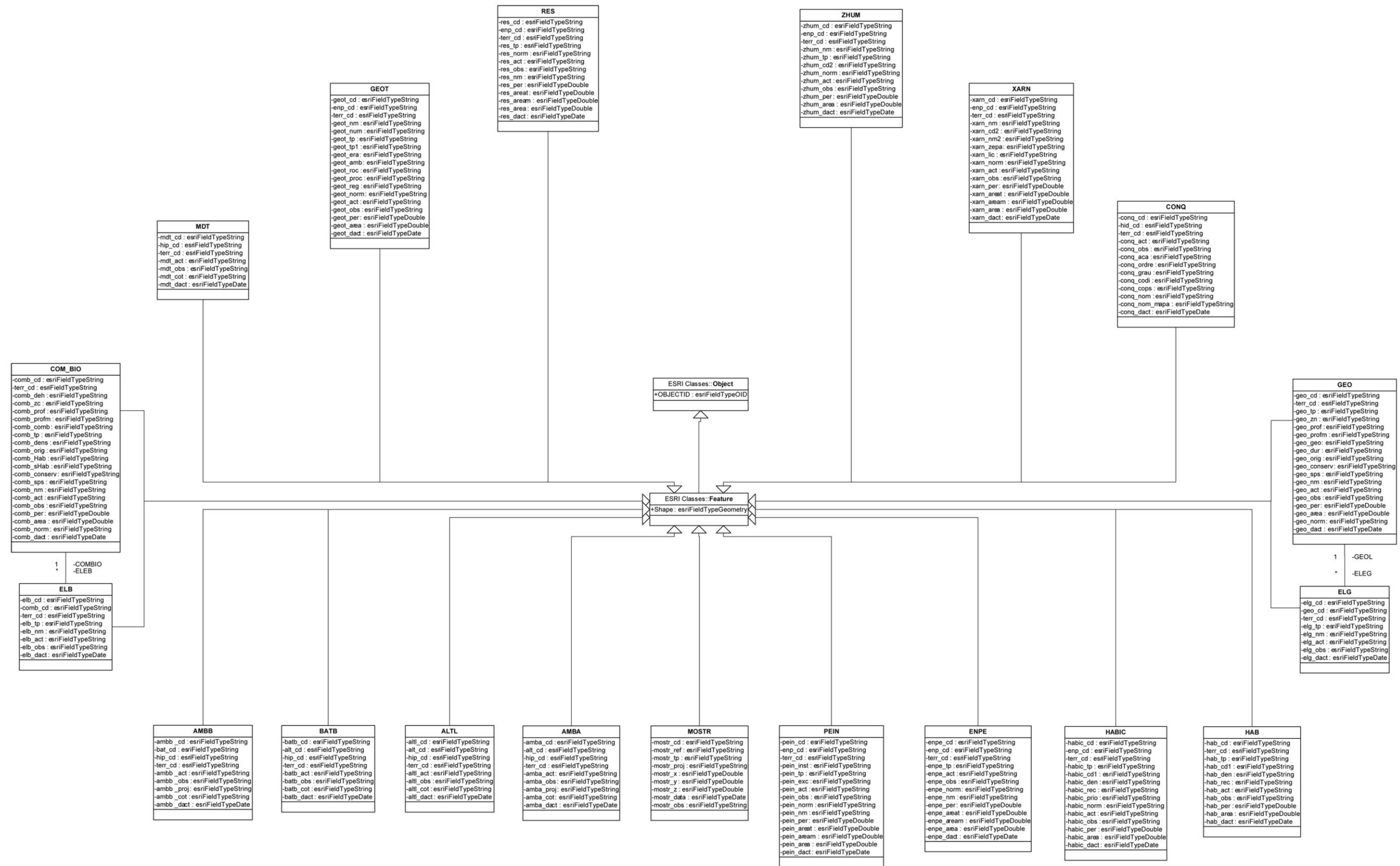
DATASET INFRASTRUCTURES



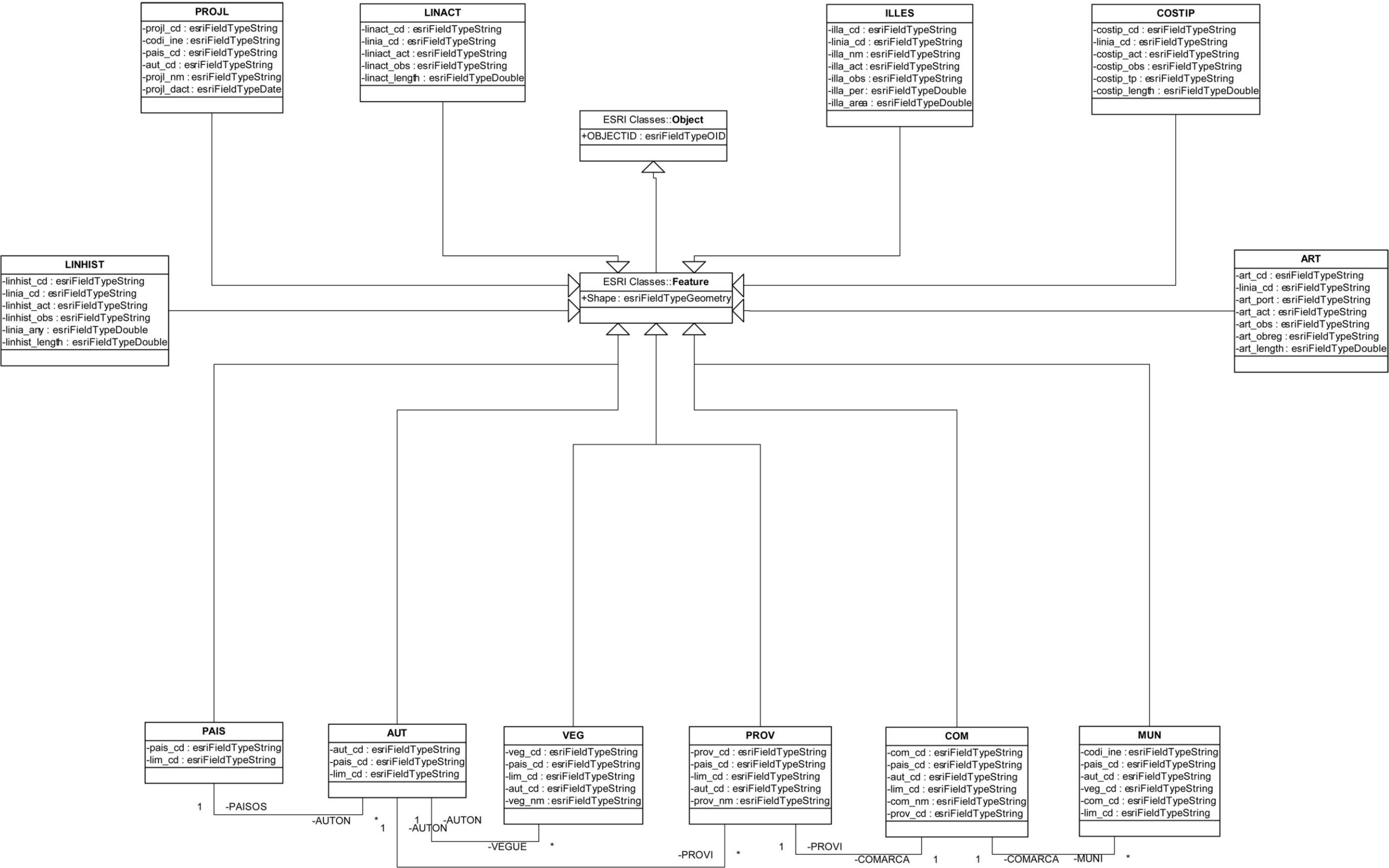
DATASET USOS



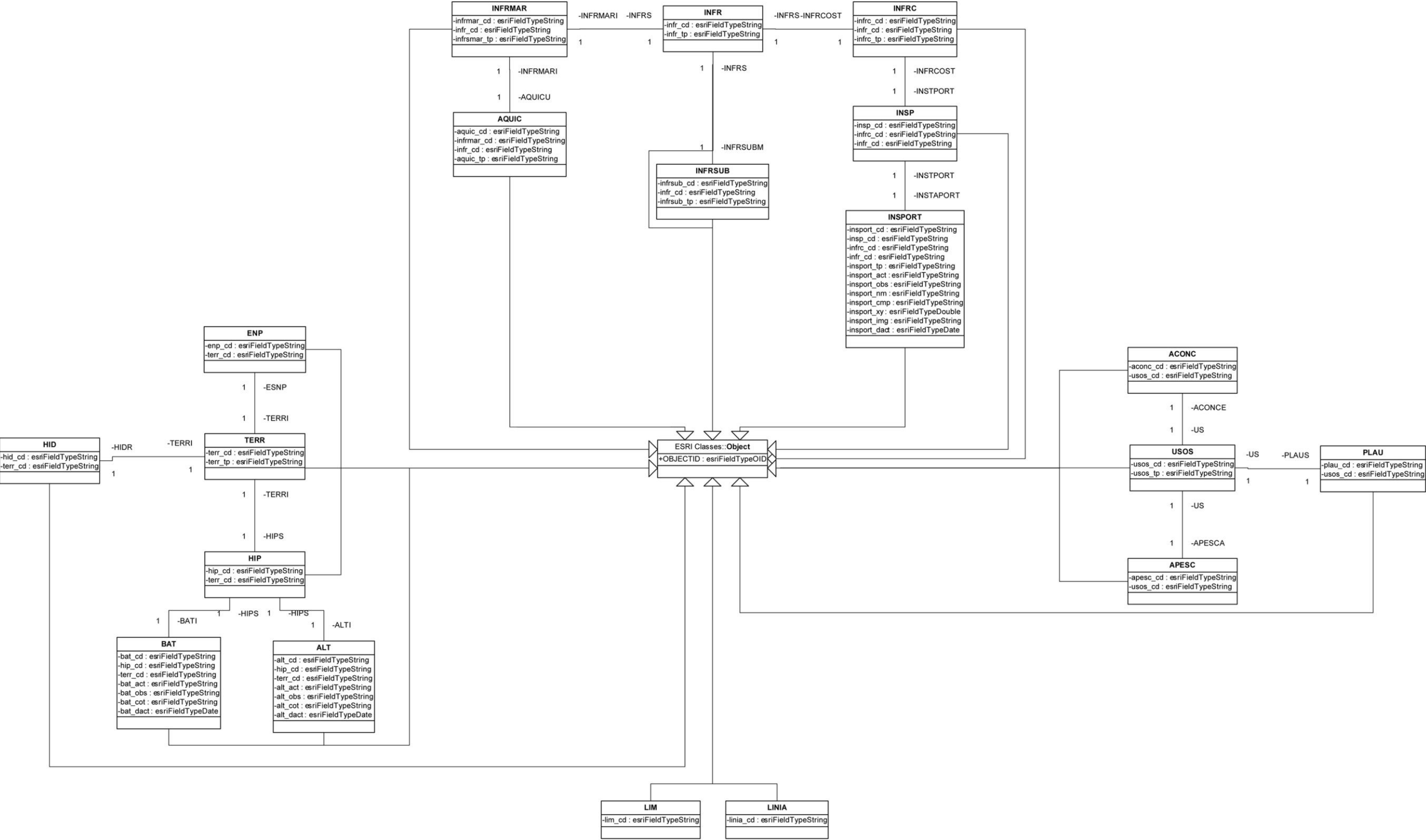
DATASET MEDI AMBIENT



DATASET GENERAL



TAULES



RELACIONS

